Mens & Wetenschap 6/7

Verschijnt 8x per jaar.
Losse nummers ƒ 8,95
België Bf 190

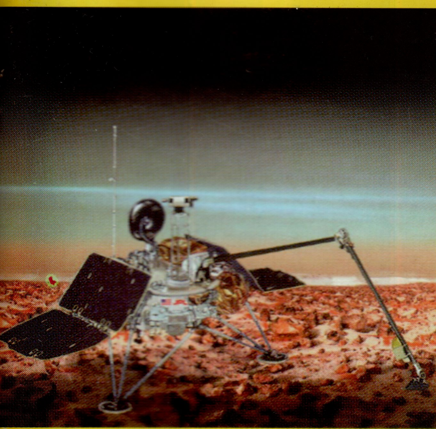
26e jaarg. - nov. 1999

Magazine over mens, natuur, wetenschap en techniek

- De scheikundeklas van "De Hoeksteen"
- GSM-masten: Schadelijk of niet?

Special ENERGIE

- Kristallen: explosies van energie
- MARS in beweging



Mens & Wetenschap

Onder redactie van
Stichting Educatief Centrum
postbus 108, 1270 AC Huizen

Hoofdredactie:
Andries Sabelis

Medewerkers:
S. Bersma, T. Biesemaat, drs. M.P.M. Bol, R. Cohen, S. Claessens, dr M. Dooper, drs. H. Eggen, F. Geers, H. Geurts, L. Goossens, L. Gyzels, drs. E. Hermkens, dr M. de Jong, drs. J. van der Laan, dr C. Laban, G.J. van Lonkhuyzen, dr A.J. van Loon, P. Marx, drs. A.L.W. van Roekel, P. Roggeveen, drs. M. van der Sanden, drs. D.H. Schlötz, H. Schouten, E.M. van der Sijde, J. Tuttel, D. Vos, drs. A.J. de Vries, R. van Wagtendonk (USA)

Redactie-adres:
Postbus 108, 1270 AC Huizen,
tel.: 035-5258388, fax: 035-5269928
www.mens-wetenschap.demon.nl

Mens & Wetenschap is een uitgave van:
Uitgeverij Aarde & Kosmos i.o.,
Gesloten Stad 28 - 3823 DP Amersfoort
tel.: 033-4566359

Vormgeving:
Andries Sabelis

Lithografie:
Alice de Ruiter en Marcel van Hoeyen

Abonnementen:
Nederland: ƒ 69,50 per jaar, AOW ƒ 59,50, WAO ƒ 59,50 (registratienummer opgeven), 14 tot 21 jaar ƒ 62,50 (geboortedatum opgeven), scholen ƒ 49,50, studenten ƒ 49,50 (registratienummer opgeven).
Europa (uitgez. België) ƒ 110,-
Overig buitenland ƒ 130,-

Opgave:
tel.: 033-4566359 of
Gesloten Stad 28 - 3823 DP Amersfoort
Opzeggingen schriftelijk, uiterlijk 31 oktober van het lopende abonnementsjaar.
België: Verantwoordelijk uitgever voor België:
M. Th. Soumillion, Van Kalkenlaan 9,
1070 Brussel Tel. 02/5550225

Druk:
Senefelder Misset - Doetinchem

Advertenties:
HvH
Media Adviseurs
tel.: 075-6402200, fax: 075-6401599

Mens & Wetenschap verschijnt 8 keer per jaar.

ISSN 0921-559X.

Commentaar

DUURZAME ENERGIE, DE TOEKOMST ONDER HANDBEREIK

*ir. Chris Zijdeveld *)*

Nederland is een land van zeilers en van windmolens. We kennen dus eigenlijk ook de mogelijkheden van de wind uit eigen directe ervaring. Het is wel jammer dat we de moderne windmolens, die nu windturbines heten, maar moeilijk accepteren. Een paar minder gelukkig geplaatste grote windparken zouden wel eens te veel maatschappelijke weerstand hebben kunnen opgewekt. Ik vraag me hierbij steeds weer af waarom we in Nederland niet de gedachtensprong maken naar de boer, die naast voedsel ook energie 'verbouwt'. Een landschap met naast elke boerderij een - langzaam draaiende! - windturbine moet toch heel acceptabel kunnen zijn. Als we dat landschap weer voorzien van struikgewas en levende erfscheidingen die door allerlei ruilverkaveling verloren is gegaan, neemt ook de ecologische waarde verder toe en wordt de verwachte horizonvervuiling letterlijk afgeschermd.

De simpelste vorm van duurzame energie kennen we allemaal: de zon die ons direct verwarmt. Die zon kan daar ook in de winter een behoorlijke bijdrage toe leveren. Door zon-passief te ontwerpen kunnen we zo bouwen dat in de winter veel minder brandstof nodig is. Goed ontworpen gebouwen zijn niet alleen in de winter behaaglijker. Een zon-passief gebouw heeft in de zomer ook geen koeling nodig en wordt dan minder warm dan een willekeurig gebouw. Het mes snijdt echt aan twee kanten!

Zonnecellen, die zonlicht omzetten in elektriciteit vormen inmiddels een Nederlandse specialiteit en zijn een beproefde techniek, die overigens nog steeds verbetert. Voor een extra investering van (veel) minder dan vijftigduizend gulden kan een nieuwbouwwoning van een zonnedak worden voorzien dat per jaar evenveel elektriciteit levert als een doorsnee gezin verbruikt. Natuurlijk blijft een aansluiting op het elektriciteitsnet noodzakelijk om tekorten aan te vullen en overschotten uit te wisselen.

Het aanleggen van een zonneboilerinstallatie is niet moeilijker dan het plaatsen van een extra radiator in de centrale verwarming. Het is daarom onbegrijpelijk dat deze apparaten niet op veel grotere schaal worden geïnstalleerd. Als we elke Nederlandse woning zouden voorzien van een zonneboiler zouden we voor het huishoudelijk gebruik al aardig in de buurt zitten van onze Kyoto-doelstelling. Zo eenvoudig kan het leven soms zijn, al is dit voor beleidsmakers meestal niet te geloven.

De houtkachel kennen we nog van vroeger en we kunnen nog steeds zien hoe snel populieren en wilgen kunnen groeien. Het blijft daarom merkwaardig dat we de mogelijkheden van biomassa steeds onderschatten. Gek dat ze in Zweden veel eerder met die ontwikkelingen bezig waren dan wij in Nederland. maar ook hier lopen er ontwikkelingen.

Bij het woord 'warmtepomp' begint bijna iedereen glazig te kijken. Dat in bijna elke Nederlandse keuken minstens een warmtepomp als koelkast aanwezig is, blijft totaal onbekend. Toch blijft het merkwaardig dat we de enorme mogelijkheden om dit apparaat 'omgekeerd' te gebruiken ook pas nu aan het ontdekken zijn.

Alles overwegende is het verheugend en hoopvol om te zien hoe we steeds verder komen met duurzame energie in de Nederlandse omgeving. Duurzame energie 'met het oog op morgen' is bepaald voorzichtig. Veel zou vandaag al mogelijk geweest zijn en moet daarom zeker morgen gebeuren!

**) Chris Zijdeveld is o.a.*
voorzitter van de Conferentie Commissie van de Nationale Duurzame Energie Conferentie;
voorzitter van de Beleidsraad van het Projectbureau Duurzame Energie;
voorzitter van de Organisatie Duurzame Energie (ODE);
voorzitter van de Stichting Nationaal Energiebesparings Overleg (SNEO);
voorzitter van Milieudefensie.



GSM-masten: schadelijk?

De mobiele telefoon is nog steeds sterk in opkomst. Het is een strategisch belang - de overheid veilt de frequentiebanden voor de mobiele telefonie (het gaat eigenlijk om kleine radiozenders en -ontvangers) aan de hoogste bieders. Als een bedrijf eenmaal veel geld heeft geïnvesteerd (honderden miljoenen), moet er natuurlijk veel terugverdiend te worden.

442

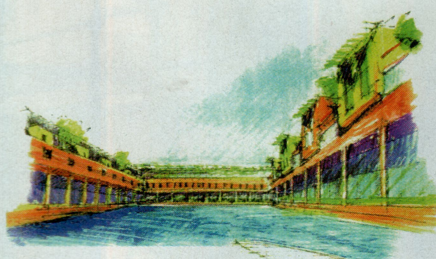
Kristallen: explosies van energie

Op creatieve wijze 'aan het licht gebracht' door onze medewerker Lars Bech, die al eerder in Mens&Wetenschap u en ons op indrukwekkende wijze meenam naar de fascinerende wereld van de kristallen. In dit themanummer 'Energie' legt Lars de nadruk op de dynamiek die schuil gaat in de microkosmos van de levende natuur.



412

Stad van de Zon



In het volgende millennium beleeft Nederland een primeur. In Noord-Holland zal de eerste emissieloze stad verrijzen. In de 'Stad van de Zon' wordt de Trias Energetica letterlijk toegepast: 1) dring de energiebehoefte terug; 2) wek de benodigde energie op met duurzame bronnen; 3) wek de resterende energiebehoefte zo efficiënt mogelijk op. Met de Stad van de Zon borduurt de gemeente Heerhugowaard voort op het energiezonnige concept.

431

Nederland gaat voor 10% duurzaam in 2020

Een ambitieuze, maar haalbare doelstelling, vindt Hans Koenen het streven van Nederland om in 2020 tien procent van de benodigde energie uit duurzame bronnen op te wekken. Koenen werkt als hoofd van de afdeling duurzame energie bij het ministerie van Economische Zaken. Van biomassa en wind wordt de komende decennia de grootste bijdrage verwacht; op de langere termijn zal zonnestroom steeds belangrijker worden.



451

Thema Energie

Redactie:
drs Annemieke van Roekel

En dan onze overige onderwerpen:

NUL-ENERGIEWONINGEN: GEEN ZAAK MEER VAN PIONIERS



Annemieke van Roekel

Het hele jaar koken en stoken en een energierekening van nul. Dat is tegenwoordig mogelijk als je woont in een energieneutrale woning. Er staan al een aantal nul-energiewoningen in Nederland, zoals in Zandvoort en Woubrugge. En met het dit jaar ontwikkelde Duurzame Droomhuis lijkt het nul-energieconcept zelfs rijp voor grootschalige bouwprojecten.

Bij het Duurzame Droomhuis is vooral gelet op het energiegebruik tijdens de gebruiksfase door de bewoners. De prefabwoning biedt de laatste snufjes op het gebied van energiebesparende technieken. Zo kan uit de ventilatielucht de warmte worden teruggewonnen. Ook is, zoals ook bij andere nul-energiewoningen, het Droomhuis zeer goed geïsoleerd.
Voorts zijn de kozijnen en trappen geproduceerd uit hout met het milieuvriendelijke FSC-keurmerk. Foto: Novem/Hans Pattist



Nul-energiewoningen zijn woningen die op jaarbasis netto een energierekening van nul hebben. Ze gebruiken evenveel energie als er in de woning wordt opgewekt door zonnecellen en een zonneboiler. Tegenwoordig worden ook warmtepompen en warmtepompboilers toegepast. De woningen zijn zeer goed geïsoleerd zodat de warmtevraag tot een minimum beperkt is. Bij de keuze van de (huishoudelijke) apparatuur is er op gelet dat de energie zo efficiënt mogelijk wordt gebruikt, door bijvoorbeeld gebruik te maken van een warmwateraansluiting of hotfill voor de (af)wasmachine.
De energieneutrale woningen zijn meestal wel aan het elektriciteitsnet aangesloten, zodat er altijd voldoende elektriciteit beschikbaar is. Het 'teveel' aan opgewekte elektriciteit, op dagen dat het zonaanbod groot is, wordt teruggeleverd aan het net. Op deze manier is er geen accu voor de opslag van zonnestroom nodig. Zo'n accu is vanuit milieuoogpunt meestal onwenselijk.



De energiebalanswoningen in Amersfoort, uitgerust met maar liefst 78 vierkante meter zonnecellen voor de opwekking van elektriciteit, een zonneboiler en een warmtepomp die bodemwarmte benut. Foto: Jan van IJken



Bij het eerste 'nul-energiehuis' in Nederland, dat in 1993 in Woubrugge is gebouwd, is ook gelet op het gebruik van milieuvriendelijke materialen. Foto: Novem/Riesjard Schropp.



De 'all-electric' nul-energiewoning in Zandvoort is bedoeld als experiment met dakintegratie van zonnepanelen. Foto: Novem/Riesjard Schropp.

Primeur

Het eerste 'nul-energiehuis' werd in 1993 gebouwd in Woubrugge (Zuid-Holland). Initiatiefnemer A. Kroon, zelf energie-adviseur en pionier in het bedenken van energiezuinige maatregelen voor woningen en gebouwen, bewoont het huis met zijn familie. Op jaarbasis leveren de zonnepanelen meer elektriciteit dan gebruikt wordt en de overtollige kilowatturen worden met het energiebedrijf 'geruild' tegen aardgas. De woning is – zoals alle nul-energiewoningen – zeer goed geïsoleerd, maar er is ook gebruik gemaakt van milieuvriendelijke bouwmaterialen en het gebruik van kunststof is vermeden.

'Duurzame droomhuis'

Anders is dat bij het moderne 'duurzame droomhuis', een initiatief van het Wereld Natuur Fonds (WNF) en gefinancierd door WNF, het energiebedrijf Remu en de Novem. De woning werd deze zomer gepresenteerd op de duurzame energiebeurs Sustain '99 in Amsterdam. Bij het Duurzame Droomhuis is de aandacht vooral uitgegaan naar het energiegebruik tijdens de gebruiksfase van de

woning. De prefabwoning biedt de laatste snufjes op het gebied van energiebesparende technieken: zonnepanelen die door de dakdekkers zelf gelegd kunnen worden omdat ze een kleine omvang hebben en gemakkelijk te bevestigen zijn, een zonneboiler en warmtepomp voor de opwekking van thermische energie en een ventilatiesysteem dat de warmte uit de ventilatielucht terug kan winnen. De woning is zeer goed geïsoleerd, op de eerste verdieping zijn de wanden gemakkelijk te demonteren, de kozijnen en trappen zijn geproduceerd met hout met het milieuvriendelijke FSC-keurmerk en ook bij de keuze van sanitair en de inrichting is gedacht aan het milieu. De woning is inmiddels weer uit elkaar gehaald en ligt 'op de plank' om op de Vinex-locatie Leidsche Rijn weer te worden opgebouwd. Twee exemplaren zullen daar verrijzen, waarvan een als voorlichtingscentrum over 'dubo' (duurzaam bouwen) dienst zal gaan doen.

Demonstratiewoningen

De bedoeling is dat het woningconcept van het Duurzame Droomhuis in de toekomst als voorbeeld zal dienen voor een seriematige bouw, in rijen, twee-onder-één kap of vrijstaand. Met 'massaproductie' kan wonen in een nul-energiewoning redelijk betaalbaar worden. Dat is een verschil met de reeds bestaande nul-energiewoningen. Ook de energieneutrale woningen in Zandvoort en Castricum zijn destijds gebouwd bij wijze van experiment. Zij moesten demonstreren dat bepaalde energiezuinige technieken mogelijk waren. Deze projecten vonden plaats met overheidssubsidies. Zo werd het zonnehuis in Castricum gebouwd om ervaring op te doen met zonnepanelen. Het huis, een hoekwoning, had geen aansluiting op het elektriciteitsnet. De 'all-electric' nul-energiewoning in Zandvoort, die in 1994 werd gebouwd en wel is aangesloten op het elektriciteitsnet, was vooral bedoeld om te experimenteren met dakintegratie van zonnepanelen. Dit houdt in dat de zonnepanelen niet alleen stroom opwekken maar tegelijkertijd de functie van dakpannen overnemen. Deze ervaring was een belangrijke stap in de richting van de grootschalige toepassing van zonnepanelen op nieuwbouwwoningen, zoals in de Amsterdamse wijk Nieuw-Sloten en in de Amersfoortse wijk Nieuwland.

Energiebalanswoningen

Bij dergelijke grootschalige projecten zijn de energiebedrijven nauw betrokken of zelfs als initiatiefnemer opgetreden. Het energiebedrijf Remu heeft behalve het ambitieuze '1-megawatt' project in Amersfoort, waar vijfhonderd woningen van zonnecellen worden voorzien, ook twee nul-energiewoningen gebouwd. Een van deze 'energiebalanswoningen' doet dienst als informatiecentrum; de tweede wordt bewoond. De elektriciteitsopbrengst en eventuele technische mankementen worden uitgebreid gemeten en vastgelegd. Begin volgend jaar moet duidelijk worden of de woningen hun belofte ook waargemaakt hebben en of de energierekening inderdaad op nul is uitkomen. Behalve de 78 vierkante meter zonnecellen voor de opwekking van elektriciteit zijn de woningen voorzien van een zonneboiler en een warmtepomp die bodemwarmte benut. Door de aanwezigheid van een atrium dringt er veel daglicht in de woning door. De kozijnen zijn gemaakt van inlands larikshout, een houtsoort die tegenwoordig populair is in duurzame bouwprojecten. Regenwater wordt opgevangen en gebruikt voor het doorspoelen van het toilet en de wasmachine. De twee-onder-één-kap woningen staan in de Amersfoortse wijk Nieuwland, waar ook veel andere projecten met zonnecellen te vinden zijn (zie artikel elders in dit nummer).

In het Friese Stavoren zijn negen demonstratiewoningen, de Leguanen, gebouwd. Het project De Groene Leguaan is genoemd naar dit dier omdat het zich, net zoals de woningen, naar de zon richt. Het zijn zeer energiezuinige woningen, maar ook bij de keuze van bouwmaterialen is gezocht naar milieuvriendelijke alternatieven zoals isolatie met schelpen en stucwerk met leem.

Op de woningen, die als vakantiebungalow te huur zijn, zijn zonnepanelen van verschillende fabrikanten geplaatst. Zo kunnen geïnteresseerden zien hoe zonnepanelen eruit zien en te weten komen hoeveel ze aan elektriciteit opwekken.

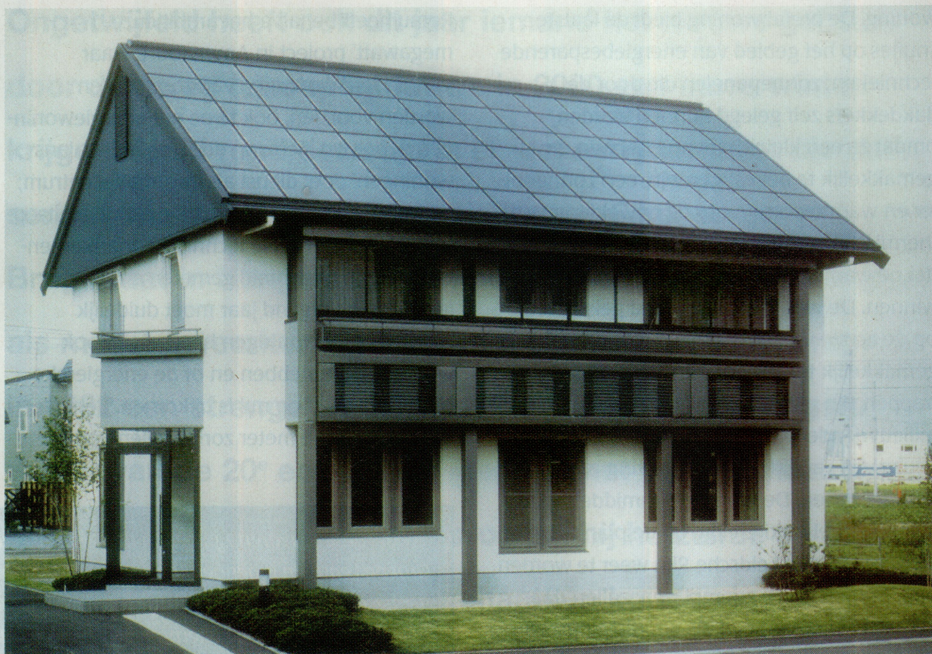
Foto's: Annemieke van Roekel





Koudste plaats

Ook in het buitenland wordt veel geëxperimenteerd met nul-energiewoningen. In Japan, dat overigens zeer ambitieus is op het gebied van zonne-energie, is uitgerekend op de koudste plaats, in Asahikawa, Hokkaido, waar de temperatuur tot 41 graden onder nul kan dalen, in 1996 een energieneutrale woning gebouwd. De vloer en muren zijn zwaar geïsoleerd en, zoals in de meeste energieneutrale woningen, is veel aandacht besteed aan ventilatie. Ondanks de lucht- en winddichte bouw kan zo toch een goed binnenklimaat verkregen worden. Zonnecellen van polykristallijn silicium bedekken het gehele zuidelijke dakdeel; het noordelijke dakdeel is voorzien van doorzichtige cellen van amorf silicium, zodat het daglicht hier de woning in kan schijnen. De bewoners gebruiken maar een vijfde deel van de energie dat een 'gemiddeld' Japans gezin gebruikt, een gemiddelde dat jaarlijks overigens enorm stijgt, vooral vanwege het toenemend gebruik van airconditioning.



De koudste plaats in Japan is te vinden in Asahikawa. De temperatuur komt daar tot 41 graden onder nul. Men heeft daar een nul-energiehuis gebouwd volgens een concept waarbij het dak is bedekt met fotovoltaïsche panelen en de verticale voorzijde van het balkon is voorzien van zonnecollectoren met een oppervlakte van vijf m².
De huishoudelijke energieconsumptie in Japan stijgt daar ieder jaar met bijna vijf procent. Die groei probeert men met dit project af te remmen, waarbij de bewoners geen comfort hoeven in te leveren.
Bron: Caddet Renewable Energy, Technical Brochure No. 100

Zonne-energie spreekt grote publiek aan

Het Duurzame Droomhuis van het WNF moet een breed publiek aanspreken. Want de woning toont aan dat energiezuinig wonen ook heel comfortabel kan zijn. Mensen willen op comfort en prijs immers niets inleveren, zo blijkt uit onderzoek. Het kan geen kwaad de woonconsument goed voor te lichten over energiezuinig wonen en duurzaam gebouwde woningen in het algemeen. Want in de toekomst zal de huizenkoper of klusser steeds vaker met 'dubo' (duurzaam bouwen) te maken krijgen. Dit jaar organiseert het ministerie van VROM daarom in samenwerking met de grote bouwmarkten de campagne 'Duurzaam klussen' die milieuvriendelijke doe-het-zelf producten onder de aandacht van de doe-het-zelver moet brengen. En er wordt wat afgeklust in Nederland. Jaarlijks loopt het bedrag dat in bouwmarkten en doe-het-zelf winkels wordt uitgegeven op tot 7,3 miljard gulden! In de campagne van VROM staat iedere paar maanden een 'seizoensgebonden klusthema' centraal, zoals isolatie, de badkamer, schilderen en het dak. Uit gedragspeilingen blijkt dat de consument vooral weinig affiniteit heeft of bekend is met zaken als milieuvriendelijke verfsoorten en energiezuinige maatregelen als hotfillwasmachines. Daarentegen spreken zonne-energie, waterbesparende maatregelen en autovrije wijken de consument veel meer aan.
De ervaring van de bouwbranche is dat 'milieu' niet verkoopt. Comfort, gemak en een financieel voordeel spreken wel aan. Veel extra geld uitgeven aan een woning voor bijvoorbeeld zonne-energie is nog veelal een zaak voor hobbyisten, tenzij de woning ook andere voordelen oplevert. Toch gaat comfort wel vaak samen met milieuvriendelijke producten. Denk maar aan emissie- of geurloze verfsoorten.

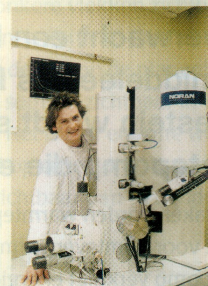
Energie-revolutie

Het type woning zoals het 'Duurzame Droomhuis' is een van de woningconcepten waarmee het WNF een 'energie-revolutie' in Nederland wil ontketenen om het klimaatprobleem te lijf te gaan en zo te zorgen voor het behoud van de natuur. Enkele jaren geleden maakte de natuurorganisatie afspraken met een aantal grote projectontwikkelaars om op de woningmarkt meer energiezuinige technieken toe te passen. Het WNF is ook betrokken bij een project in Leeuwarden, waar in het Prins Pieter Christiaan Park vijftien emissieneutrale woningen gebouwd gaan worden. Leeuwarden heeft als 'Leeuwarden Energiegemeente' tot eind 2000 overigens nog meer projecten op stapel staan. Deze maand gaan de eerste palen de grond in voor zes emissieneutrale woningen bij het Leeuwarder Bos. Net zoals het Duurzame Droomhuis zijn de Friese emissieneutrale woningen commercieel haalbaar. Dit is mogelijk door een seriematige productie van de onderdelen van de woningen. Met de nul-energiewoningen die in het begin van de jaren negentig zijn bedacht was dat nog niet geval. Dat zijn unieke ontwerpen waarbij de initiatiefnemers meestal pioniers – en eigenaar - waren. Je zou kunnen zeggen dat de markt het concept van de nul-energiewoning nu langzamerhand begint over te nemen en dat is ook de voorwaarde voor de grootschalige introductie van zeer energiezuinige woningen. ❑

ECN
STEEKT KENNIS IN ENERGIE, EN ENERGIE IN KENNIS



Het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) is de grootste onafhankelijke organisatie voor energieonderzoek in Nederland. Op zich al iets om trots op te zijn. Dat zijn we ook op het aanwezige kennisniveau. De 600 medewerkers van ECN zijn specialisten op hun vakgebied. Ze staan aan de wieg van nieuwe technologieën voor een veilige, efficiënte en milieuvriendelijke energievoorziening. En geven zo mede vorm aan een duurzame energiehuishouding.



Speerpunten uit het brede onderzoeksterrein bij ECN zijn onder meer duurzame energie (zon, wind, biomassa), brandstoffen/conversie, beleidsstudies, energie- efficiency en nucleair onderzoek. De aanwezige expertise plus nieuw verworven inzichten worden steeds vertaald naar energiezuinigere processen en technologieën.

ECN werkt in opdracht van overheden en bedrijfsleven, nationaal én internationaal. Naast lange termijn-onderzoek richt ECN zich ook op korte termijn-dienstverlening en kennisoverdracht aan het bedrijfsleven. Voor vele organisaties en ondernemingen worden praktische, innovatieve oplossingen op energiegebied aangedragen.



ECN: ENERGIE-INNOVATOR BIJ UITSTEK

Energieonderzoek Centrum Nederland
Westerduinweg 3, 1755 LE Petten
Postbus 1, 1755 ZG Petten

Telefoon: (0224) 56 45 00
Fax: (0224) 56 45 20
E-mail: mo@ecn.nl
Internet: www.ecn.nl

Sonic Wall: een succesvolle firewall

Niet alleen voor de baas, ook voor veel collega's wordt het een toenemende bron van ergenis: privégebruik van Internet.
Wordt het Internet gezien als het nieuwe trendverleggende medium voor de toekomst, bedrijven en instellingen (scholen, ministeries, bibliotheken, etc.) hebben nog steeds geen mogelijkheid om het privégebruik van Internet door werknemers in juiste banen te leiden. Met name in grote organisaties is het bijna onmogelijk hierop adequaat toezicht te houden. De kosten van deze vorm van het gebruik van Internet lopen torenhoog op, terwijl de productiviteit van de medewerker sterk terugloopt met als gevolg miljoenen guldens schade voor bedrijven en instellingen.
Nederland, Zweden en Groot-Brittannië lopen voorop met het aantal gebruikers dat dagelijks tijdens werkuren Internet bezoekt voor allerlei privédoeleinden zoals e.mail, chatting, internet-gaming en software downloads. De tijd die op deze manier op Internet wordt doorgebracht wordt geschat op 1 miljoen manuur per dag! Hiervan wordt ruim 86% besteed aan sex- en pornosites, diverse newsgroups met binary files (foto's, video's etc.).

Effectieve firewall: de Sonic Wall

Het Amerikaanse bedrijf Sonic Systems heeft een hardwarematige oplossing ontwikkeld, de Sonic Wall, die inmiddels op de Nederlandse markt verkrijgbaar is. De Sonic Wall is een oplossing die het bedrijf en/of instelling transparant tussen zijn netwerk en de internetrouter kan plaatsen. Dagelijks kan men een Internetfilter laten updaten zodat nieuwe sites in de dubieuze sector automatisch geblokkeerd worden. De beveiliging vanuit het Internet is optimaal en het gebruik vanuit het netwerk wordt gemonitord en in de juiste banen geleid. Verboden sites zullen worden geblokkeerd, trusted domains zullen worden geactiveerd en volledige records van het Internetgebruik worden per e.mail aan de bedrijfsleiding toegezonden evenals alarmberichten, etc. De Sonic Wall is goedkoper dan een traditionele firewall en heeft een aantal modellen die geschikt zijn voor kleine bedrijven (10 gebruikers), middelgrote bedrijven (50 gebruikers) of grote bedrijven (unlimited gebruikers en 100baseT ethernet poorten).
Na uitvoerige testen over een periode van 18 maanden op het hoofdkantoor van ANWB Travelcom, bleek het Internet gebruik te zijn gereduceerd tot zo'n 70%!. De medewerkers konden niet meer ongehinderd langs de diverse 'recreatieve' sites, newsgroups, Internetshops en chat/netmeting sites surfen. De Sonic Wall biedt een rijk scala aan mogelijkheden en brengt de Internetkosten voor het bedrijf en/of instelling weer terug op een aanvaardbaar en beheersbaar niveau.
Informatie: CrissCross Network Solutions BV, Zoetermeer. Tel.079-3230355. E.mail: info@crisscross.nl.

Slot Loevestein staat er warmpjes bij

Annemieke van Roekel

Wie verwacht een hightech duurzame warmte-installatie in een middeleeuws kasteel? Het 14e-eeuwse kasteel Loevestein wordt sinds 1998 verwarmd met een warmtepomp die energie aan het grondwater onttrekt.

Steeds vaker worden warmtepompen gebruikt voor ruimteverwarming. Een warmtepomp verkrijgt energie uit water, bodem of lucht (zie artikel elders in dit nummer). Voor de verwarming van het uit 1360 stammende Slot Loevestein, gelegen in de provincie Gelderland waar de Maas en Waal samenkomen, onttrekt de warmtepompinstallatie de energie uit het grondwater.

Slotgracht

Jaarlijks werd al 50.000 kubieke meter grondwater opgepompt om het water in de slotgracht op peil te houden. Nu snijdt het mes aan twee kanten: eerst wordt aan het bronwater warmte onttrokken om het water in de centrale verwarmingsinstallatie op een temperatuur van veertig tot vijftig graden Celsius te brengen; het afgekoelde grondwater wordt vervolgens onvervuild geloosd op de slotgracht. Voor de verwarming van de bij het Slot horende Kruittoren wordt een warmtepompsysteem gebruikt dat de warmte niet aan grondwater, maar aan de bodem onttrekt. Deze warmtepomp is opgesteld in een onderaards gewelf (kazemat) vlakbij de Kruittoren. De leidingen gaan tot vijftig meter diep de grond in. Het opgepompte grondwater dat van dezelfde diepte komt is echter warmer en kan daarom met een hoger rendement warmte produceren.

Rivierwater te koud

Warmtepompen kunnen energie ook aan rivierwater onttrekken. In het geval van Slot Loevestein viel deze optie af vanwege problemen met watertransport door of over de dijken. Ook speelde een rol dat het rivierwater uit de Maas en Waal in de winter en het voorjaar niet warm genoeg of constant van temperatuur is.

Voor de verwarming van de woonhuizen bij het Slot biedt het 'laag-thermisch' warmtepompsysteem te weinig energie omdat de bestaande radiatoren daarop niet ontworpen zijn. Hier worden dan ook conventionele brandstoffen zoals propaan gebruikt. Een aardgasaansluiting heeft het complex namelijk niet en dat was ook een van de redenen een warmtepompsysteem voor het Slot te overwegen. Aansluiting op het aardgasnet zou bijna een miljoen gulden gekost hebben. Veel historische gebouwen hebben geen aardgasaansluiting omdat ze zover buiten steden of dorpen gelegen zijn.

Bijna 100% duurzaam

De twee meter dikke muren van het Slotkasteel houden de warmte goed vast. Gedurende het stookseizoen heerst er in het slotkasteel een constante temperatuur van negentien graden Celsius, zodat schadelijke effecten door uitzetting en krimp van bouwmaterialen wordt voorkomen. Je zou kunnen zeggen dat verwarming door middel van warmtepompen prima past bij het gebruik van het kasteel. Het

Het grondwater, waaruit het warmtepompsysteem energie onttrekt, wordt na gebruik in de binnenste slotgracht gepompt. Het teveel wordt in de buitenste slotgracht gepompt. Op de foto zijn beide slotgrachten duidelijk te zien. Foto: Stichting Museum Slot Loevestein.



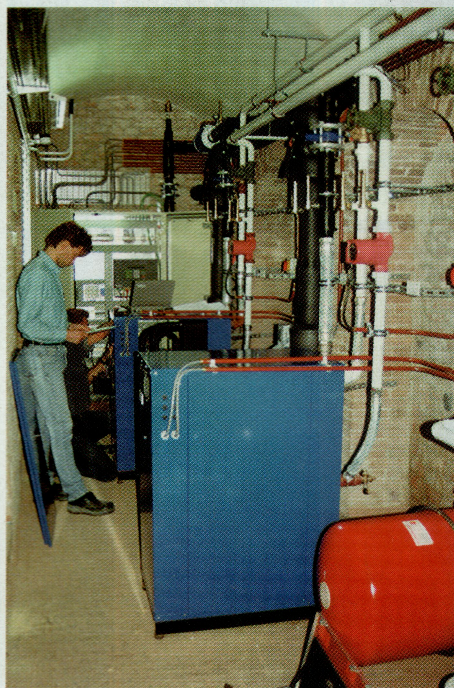
Het 14e-eeuwse Slot Loevestein wordt verwarmd met grondwater door middel van een warmtepompsysteem. De 50.000 kubieke meter water die hiervoor nodig is wordt vervolgens in de slotgracht gepompt. Met de warmtepompen wordt jaarlijks maar liefst 35-duizend kubieke meter aardgas bespaard! Foto: Techneco BV, Leidschendam





Wie verwacht een high-tech duurzame warmte-installatie in een middeleeuws kasteel?
Foto: Ovr/Oerlemans

Innovatieve energie- en warmtetechnologie in de gewelven van Slot Loevestein.
Foto: Techneco BV, Leidschendam



heeft geen woonfunctie; er worden concerten en theatervoorstellingen gegeven, trouwpartijen gevierd en er zijn allerlei educatieve activiteiten.
Verwarming van een dergelijk historische gebouw is geen eenvoudige zaak. De ruimtes zijn groot, het brandgevaar met butagasflessen en heaters is te groot en de stookkosten zouden met fossiele brandstoffen behoorlijk oplopen. Met de twee warmtepompen wordt jaarlijks maar liefst 35.000 kubieke meter aardgas bespaard!
Omdat de warmtepompen zelf met elektriciteit worden aangedreven - ongeveer een kwart van de opgewekte energie is hiervoor nodig - overweegt de Rijksgebouwendienst, die dit project heeft verwezenlijkt, om hiervoor elektriciteit uit wind te gebruiken. Een windturbine van 250 kilowatt zou hiervoor geschikt zijn. Vanwege plannen van Rijkswaterstaat met het oog op de dijkinfrastructuur er is nog geen besluit genomen over een definitieve locatie. Bovendien is het een lange weg om een vergunning te krijgen voor de plaatsing van een windturbine.

Boekenkist
Het waterpompproject in Slot Loevestein brengt vier doelstellingen samen: het project moest als voorbeeld dienen voor de toepassing van een nieuwe energiezuinige technologie; de zichtbaarheid van het warmtesysteem moest minimaal zijn; het project diende gerealiseerd te worden in een - moeilijk te verwarmen - middeleeuws bouwwerk en de 'ingrepen' moesten weer ongedaan gemaakt kunnen worden.
Omdat het water in de CV-installatie bij dit systeem niet hoger wordt dan 55 graden Celsius zijn radiatoren met een groot oppervlak nodig. Daarom is gekozen voor vloerverwarming, dat als een los 'kleedje' op de vloer is aangebracht. Waar wel radiatoren zijn gebruikt, zijn deze voor het oog weggewerkt; de apparatuur is verstopt in een boekenkist of op andere wijze aan het oog onttrokken. In het verre verleden stond Slot Loevestein ook al bekend vanwege het originele gebruik van boekenkisten: de tot levenslang veroordeelde Hugo de Groot werd ooit gevangen gehouden in het Slot, dat enkele eeuwen als Staatsgevangenis dienst heeft gedaan, en ontsnapte in 1621 in een boekenkist.



De regelapparatuur van het warmtepompsysteem wordt in een oude boekenkist aan het oog onttrokken.
Foto Ovr/Oerlemans

In Slot Loevestein worden rondleidingen gegeven. Inlichtingen bij Stichting Museum Slot Loevestein, tel.: 0183 - 447171 ❑

DE WARMTEPOMP KOMT

Guus van Gelder

Foto's: Novem / Hans Pattist
(tenzij anders aangegeven)

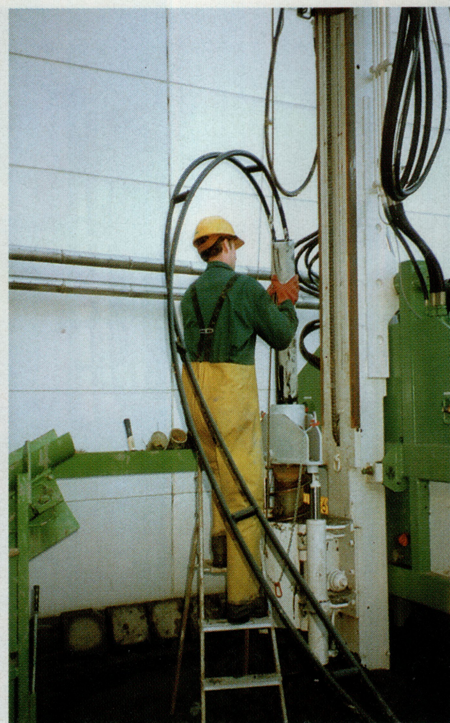
De elektrische warmtepomp is al meer dan vijftig jaar een efficiënt en bedrijfszeker gereedschap in tal van toepassingen. Zonder dat wij daar ons van bewust zijn doet de warmtepomp al generaties lang haar werk als ijskast, airconditioning of koelmachine. Een meer recente toepassing van de warmtepomp is de inzet bij het verwarmen en koelen van woningen en gebouwen, waarbij op efficiënte wijze gebruik wordt gemaakt van de energetische eigenschappen van de bodem.



De warmtepomp wordt in een grote verscheidenheid commercieel geproduceerd en toegepast in woningen, bedrijfsgebouwen en industriële processen. Toepassingen zijn onder meer in systemen voor airconditioning, terugwinnen van warmte of het koelen of verwarmen van gebouwen of industriële processen.
Afgezien van de specifieke industriële of agrarische toepassingen, wordt de komende jaren een toenemende inzet van warmtepompen in de woning- en utiliteitsbouw voorzien. Enkele redenen hiervoor zijn onder andere de behoefte aan interne klimaatbeheersing vanwege de hoge isolatiegraad en de geringe (thermische) massa van gebouwen, de behoefte aan energiebesparing en emissiebeperking en de noodzaak om duurzame energiebronnen te benutten.
Landen waar de warmtepomp in woningtoepassingen al vaste grond onder de voeten heeft, zijn onder meer de Verenigde Staten, Zweden en Zwitserland. Voor een deel is het succes in deze landen te danken aan de afwezigheid van een dekkende infrastructuur van (goedkoop) aardgas, zoals dit in Nederland het geval is. Verder speelt de beschikbaarheid van goedkope elektriciteit (waterkrachtcentrales) of de behoefte aan airconditioning (in de Verenigde Staten) een rol.

Koelen en verwarmen

Technisch gezien is de warmtepomp gerelateerd aan de koelmachine (zoals een ijskast) en bevat deze vergelijkbare componenten, zoals een compressor, een verdamper en een condensor. Het te leveren vermogen van reguliere warmtepompen varieert van enkele kW bij toepassingen in woningen of individuele kantoorruimten, tot honderden kW bij grootschalige bedrijfsmatige toepassingen.
Omdat het thermodynamische bedrijfsproces, waarbij een koelmiddel door de machine circuleert, in principe omkeerbaar is, kan de machine zowel gebruikt worden om te verwarmen als om te koelen. Moderne koelmiddelen, zoals R407 of propaan, zijn vrij van de milieuschadelijke CFK's en vervangen de in het verleden toegepaste middelen zoals R12 of R22.
Warmtepompen zijn een onderdeel van het energiesysteem van een woning of gebouw en zijn qua rol hierin vergelijkbaar met een gasketel of koelmachine. Afhankelijk van het gekozen type warmtepomp, kan zowel warme en koude lucht of koud en warm water worden gegenereerd. Vervolgens wordt dit via een conventioneel afgiftesysteem in het gebouw gebracht. Afgiftesystemen die



Inlaten van bodemlus van polyethyleen leidingmateriaal in een boorgat. De bodemlus is onderdeel van een gesloten bodemwarmtewisselaar die de warmtepomp aan de bodem koppelt.
Foto: Groenholland (1999)

VAN DE GROND



Een warmtepomp in een particuliere woning komt steeds meer in trek, zoals hier bij de familie Ligthart in St.Nicolaasga.



uitermate geschikt zijn voor integratie met warmtepompen zijn lage temperatuur vloer-, plafond- of wandverwarmingen en luchtsystemen voor verwarming of koeling (zie artikel elders in dit nummer over de toepassing van warmtepompen in Slot Loevestein, red.)

Zon als energiebron

Voor warmtepomptoepassingen in woningen en bedrijfsgebouwen is de belangstelling in Nederland met name ingegeven door de mogelijkheid om met een warmtepomp in belangrijke mate energie uit duurzame bronnen te betrekken en daarmee het gebruik van fossiele brandstoffen te beperken. De duurzame bronnen die hierbij ter beschikking staan zijn de buitenlucht, het oppervlaktewater en de bodem (inclusief het grondwater). Voor alledrie de bronnen geldt dat de feitelijke duurzame energiebron het klimaat, c.q. de zon, is. De lucht, het oppervlaktewater en de bodem fungeren als (zonne-)collector.

Buitenlucht

De buitenlucht als bron voor een warmtepomp is op simpele wijze te benutten en wordt dan ook veel toegepast. Nadeel is echter dat de lage buitentemperatuur in de winter en de hoge temperatuur in de zomer de efficiëntie van de installatie parten speelt. Bij een hoge belasting van de installatie moet veel lucht worden verplaatst en kunnen problemen ontstaan van bouwkundige aard, met lawaai, extreme condensatie, of bij lage buitentemperaturen zelfs bevriezing van de verdamper.

Oppervlaktewater

Voor een land als Nederland lijkt het gebruik van oppervlaktewater voor de hand liggend vanwege de ruime beschikbaarheid. Bij het benutten van oppervlaktewater moet rekening worden gehouden met de relatief lage temperaturen in de winter en hoge temperaturen in de zomer, hetgeen van invloed is op de efficiëntie van de installatie. Een bijkomend probleem in de winter is de temperatuurverlaging (tussen de drie en vijf graden Celsius) van het water in de installatie, waardoor bij lage watertemperaturen bevriezing zou kunnen ontstaan. Verder is de installatie kwetsbaar voor sediment, algen of waterplanten en zal hiermee in het ontwerp rekening moeten worden gehouden. Bij het toepassen van een warmtewisselaar tussen het oppervlaktewater en de machine worden deze problemen deels ondervangen, echter moet men rekening houden met het energieverlies en bijvoorbeeld de toegankelijkheid van vaarwater en het jaarlijkse onderhoud aan de watergang. Een ander probleem is de thermische belasting die een warmtepomp op het oppervlaktewater geeft en de eventuele ongewenste ecologische effecten hiervan.

Grondwater

Het gebruik van grondwater biedt het voordeel van een zeer stabiele temperatuur over het gehele jaar. In Nederland is de temperatuur van het diepere grondwater tussen de tien en dertien graden Celsius. Net als in geologische formaties waarin het grondwater zich bevindt, is de temperatuur in hoofdzaak een afspiegeling van de gemiddelde langjarige atmosferische temperatuur.
In vrijwel geheel Nederland is vanaf een diepte van hooguit enkele tientallen meters sprake van zogenaamde watervoerende pakketten. Deze pakketten, oftewel geologische formaties, zijn afzettingen van de grote rivieren en bestaan uit zandige en grindhoudende lagen die uitermate geschikt zijn als grondwaterbron. In grote delen van Nederland is het bovenste watervoerende pakket afgedekt met venige, kleiige of lemige afzettingen. Op ander plaatsen, zoals op de Veluwe of de Utrechtse heuvelrug, wordt het

watervoerend pakket direct aan het maaiveld aangetroffen.

Geologische kennis

Het ontwerpen en installeren van putten ten behoeve van de onttrekking of infiltratie van grondwater vereist gespecialiseerde apparatuur, vakmanschap en een goede kennis van de geohydrologie en geochemie. Omdat zoet grondwater van groot belang is voor onder andere de drinkwaterwinning, is wettelijke regelgeving van toepassing. Dit houdt in dat het gebruik van grondwater voor verwarmings- of koeldoeleinden in principe mogelijk is, maar dat eisen gesteld worden aan de uitvoering van de installatie of de hoeveelheden te verpompen water.

De voordelen van het gebruik van grondwater in een warmtepompinstallatie spreken voor zich. In de winter is het grondwater relatief warm en in de zomer relatief koel, zodat een warmtepomp zeer efficiënt kan worden ingezet. De watervoerende pakketten bieden bovendien de mogelijkheid tot het seizoensmatig opslaan van grote hoeveelheden opgewarmd of afgekoeld grondwater.

De warmtepompinstallatie in het verpleeghuis Bloemendaal is ondergebracht in een apart gebouwtje.

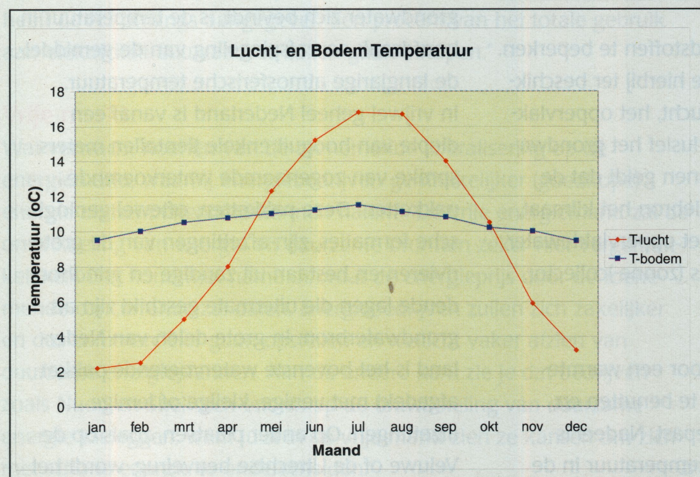


Verwarming - Alternatieven	Gasverbruik (m3 aeq * 10^6)	Elektriciteits verbruik (kWh * 10^6)	Totaal Energie verbruik (Terra Joule)	CO2-uitstoot (kton)
Aardgas (EPN† = 1.0)	5,04	14,10	305,00	17,70
Aardgas (EPN = 0.8)	4,18	14,10	274,00	16,10
Blokverwarming	2,09	12,70	193,00	10,90
Bodemgekoppelde warmtepompen	0,00	24,00	216,00	12,10

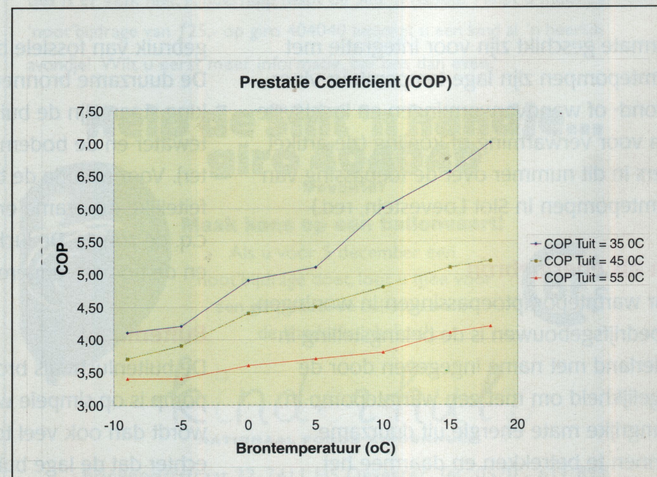
† EPN = Energie Prestatie Norm

Vier verwarmingsalternatieven voor een Vinex woninglocatie. Bodemgekoppelde warmtepompen zijn op jaarbasis vergeleken voor energieverbruik en emissies. Zowel op totaal energieverbruik als emissiereductie is sprake van een behoorlijke winst ten opzichte van conventionele gassystemen. Bron: MER-studie Nesselande; Ingenieursbureau Rotterdam (1998)

Het verschil tussen de gemiddelde maandelijkse lucht- en bodemtemperatuur. Grond en grondwater op enige diepte combineren een constante temperatuur aan een behoorlijke warmtecapaciteit.

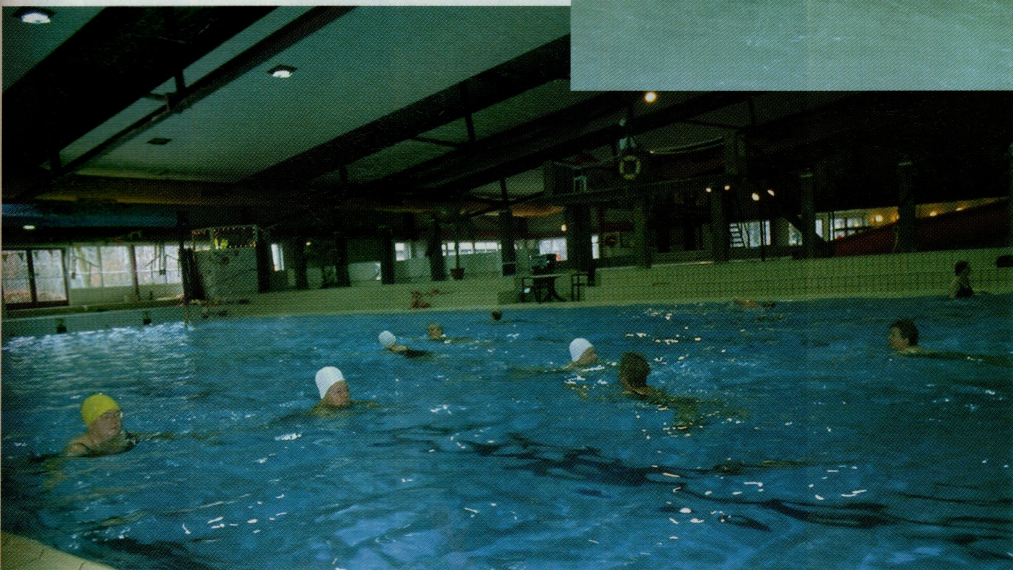


De COP (Coefficient Of Performance) van een warmtepomp bij drie verschillende afgiftetemperaturen (35, 45 en 55 °C) en variabele brontemperatuur. Het ontwerp van de warmtewisselaar in relatie tot de energiehuishouding is van grote invloed op de efficiëntie van de installatie.





Zowel het zwembad als de schaatsbaan van Glanerbrook te Geleen maken gebruik van warmte(koude)pompsystemen.



Koude- en warmte-opslag

De techniek van het in watervoerende pakketten opslaan van koud en warm grondwater staat bekend als 'koude- en warmte-opslag'. Deze techniek wordt in Nederland de laatste jaren in toenemende mate toegepast bij klimaatsinstallaties van grote kantoorprojecten, ziekenhuizen en winkelcentra. In principe bestaat de opslag uit twee grondwaterputten, waarvan één de koude zijde en de ander de warme zijde van het systeem is. De putten, die op enige afstand van elkaar gebruik maken van hetzelfde watervoerend pakket, staan bovengronds via de gebouwinstallatie met elkaar in verbinding. Het grondwater wordt in de ene put onttrokken, via de gebouwinstallatie geleid en in de andere put geïnfiltreerd. Netto is er dus geen sprake van grondwateronttrekking, maar slechts van het heen- en weerpompen van grondwater in combinatie met het onttrekken of toevoegen van energie. Door een juiste dimensionering van de installatie met de vraag vanuit het gebouw, kan het in de winter tot vijf à acht graden Celsius afgekoelde grondwater direct worden toegepast in de gebouwkoeling, zonder tussenkomst van een warmtepomp. Bij een verwarmingsvraag vanuit het gebouw, wordt water onttrokken aan de warme zijde van het systeem (waar een temperatuur tussen de twaalf en vijftien graden Celsius heerst) en wordt wel gebruik gemaakt van een warmtepomp om het gewenste thermische vermogen te leveren.

Boorwerkzaamheden voor de plaatsing van een bodemwarmtewisselaar tot vijftig meter diep bij de bouw van een woonhuis.



Bodem

Het is ook mogelijk om een warmtepomp via een bodemwarmtewisselaar aan de bodem te koppelen en warmte aan de bodem te onttrekken of af te geven. Bij een dergelijke 'bodemgekoppelde warmtepomp' circuleert door de op elkaar aangesloten warmtepomp en warmtewisselaar een water/antivriesoplossing. Het betreft een geheel gesloten systeem dat slechts energie met de ondergrond uitwisselt. Indien de warmtepomp wordt gebruikt om te verwarmen, onttrekt deze warmte aan en de water/antivriesoplossing, koelt het mengsel af en wordt via de warmtewisselaar warmte onttrokken aan de bodem. Bij koelen wordt warmte toegevoerd aan de oplossing en staat de warmtewisselaar warmte af aan de bodem. Optimaal gebruik van een bodemwarmtewisselaar ontstaat als de verwarmingsbehoefte en de koelbehoefte over een langere periode in een redelijke verhouding tot elkaar staan. Eenzijdig gebruik, uitsluitend verwarmen of koelen, leidt tot een eenzijdige belasting van de bodem en noodzaakt tot het installeren van een veel grotere warmtewisselaar.

Lussen van polyethyleen

De meest gangbare bodemwarmtewisselaar bestaat uit een veld van verticaal geboorde gaten tot zo'n 35 tot zestig meter diepte, waarin per gat één of meerdere lussen van polyethyleen (HDPE) zijn aangebracht. Aan de bovenzijde worden de lussen door middel van horizontale leidingen met elkaar verbonden en wordt de in- en uitgaande zijde van de warmtewisselaar met de warmtepomp verbonden. Het geheel wordt ondergronds afgewerkt. In tegenstelling tot het gebruik van grondwater, of een conventionele gasketel, geldt dat bij een gesloten bodemwarmtewisselaar het vermogen van de bron niet constant is, maar afhangt van de temperatuur van het circulatiemedium en de bodem. Het spreekt voor zich dat een dergelijk interactief en dynamisch systeem goed ontworpen dient te zijn om in wisselende omstandigheden het

gewenste vermogen te leveren en langjarig efficiënt te functioneren.

Een voorbeeld

Wezenlijk is natuurlijk de vraag of een bodemgekoppelde warmtepomp efficiënt kan functioneren. Ter illustratie geldt het voorbeeld van een warmtepomp die door middel van een verticale bodemwarmtewisselaar aan de bodem gekoppeld is:
Een bodemgekoppelde warmtepomp die aan de bronzijde een temperatuur heeft van 3-5^{0}C en aan de afgiftezijde (b.v. vloerverwarming) een temperatuur heeft van 35-50^{0}C, heeft een zodanige efficiëntie, dat voor elke kW aan elektrisch vermogen die in de machine wordt gebruikt, zo'n 4-5 kW aan thermisch vermogen wordt afgegeven. (N.B. De verhouding tussen het thermisch afgegeven vermogen (kW) van de warmtepomp en het opgenomen elektrische vermogen (kW) heet de COP (Coefficient Of Performance). De COP is een maat is voor de efficiëntie van het thermodynamische proces in de warmtepomp. Geeft een warmtepomp 4 kW aan thermisch vermogen af en gebruikt hij daarvoor 1 kW elektrisch vermogen, dan is de COP 4. Uit dit voorbeeld blijkt dat een bodemgekoppelde warmtepomp in de praktijk zeer efficiënt kan functioneren, mits duidelijke eisen aan het ontwerp worden gesteld.

Wat betreft de levensduur van de bodemwarmtewisselaar geldt dat de gebruikte materialen, zoals HDPE, minimaal zo'n vijftig jaar meegaan. Het spreekt voor zich dat een goed ontwerp en een goede afwerking in dit geval van wezenlijk belang zijn, om deze levensduur ook daadwerkelijk voor de complete bodemwarmtewisselaar te behalen. De oudste functionerende bodemwarmtewisselaarsystemen zijn op dit moment tussen de vijftien en twintig jaar oud, zodat het aannemelijk is dat in de praktijk de verwachte levensduur ook echt kan worden behaald.

Combinatie met conventionele energiebronnen

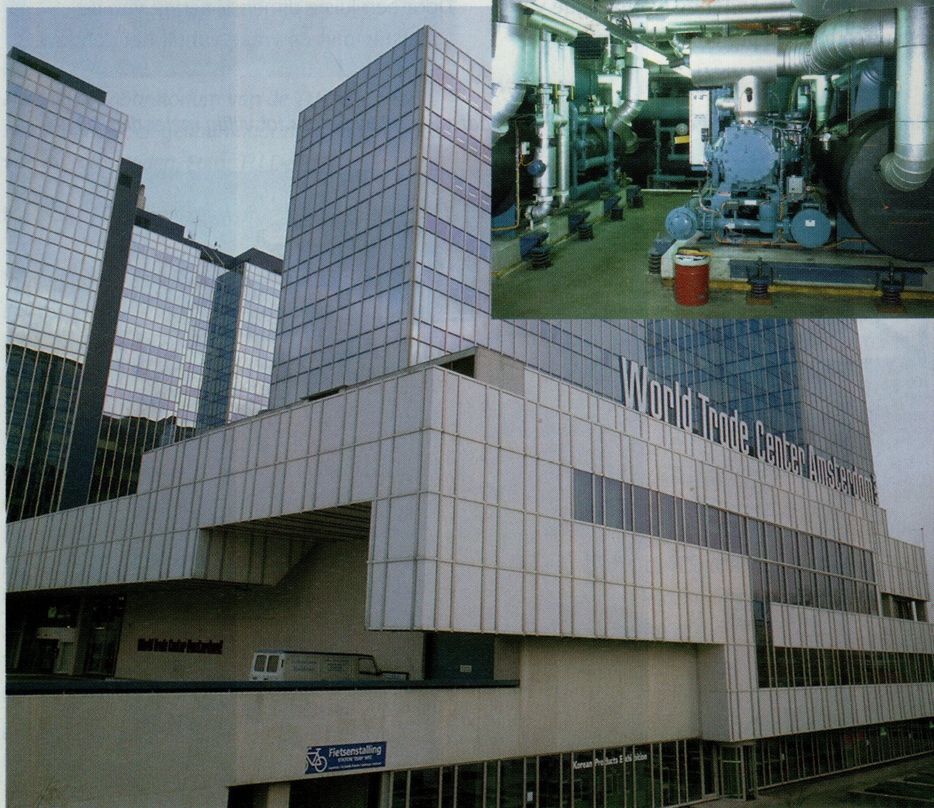
Naast het benutten van duurzame energiebronnen zijn er ook toepassingen van warmtepompen waar deze in combinatie met een traditionele verwarmingsketel of koelinstallatie worden gebruikt. Door een optimaal gebruik van de koel- en verwarmingseigenschappen van de warmtepomp kan echter veel energie worden bespaard doordat de machine energie kan verpompen. Voorbeelden hiervan zijn de gelijktijdige verwarming van een zwembad en koeling van een hotel



Scholen maken eveneens gebruik van warmtepompen, zoals hier in het Rembrandtcollege in Veenendaal.



Warmtepompsystemen in het WTC-gebouw in Amsterdam.



of restaurant, of een kantoorgebouw waarbij de zonzijde een koelbehoefte heeft en de schaduwzijde verwarmd dient te worden. Ook een warmtepompboiler, die gebruik maakt van de ventilatielucht van een pand, kan tot dergelijke systemen worden gerekend.

Volwassen techniek

Ervaring met toepassingen op grote schaal van warmtepompsystemen in woningen en bedrijfsgebouwen bestaat sinds de jaren tachtig in met name Scandinavië, de Verenigde Staten en Centraal-Europa. Meestal betreft het systemen die gebruik maken van gesloten bodemwarmtewisselaars. Met uitzondering van de Verenigde Staten, waar een grote koelvraag is, worden de systemen voornamelijk voor verwarming gebruikt. In Nederland is de afgelopen tien jaar het gebruik van warmtepompen in combinatie met het opslaan en onttrekken van energie in het diepere grondwater ontwikkeld tot een volwassen techniek. Toepassingen, waarbij koud grondwater direct wordt gebruikt voor koeling worden hoofdzakelijk aangetroffen in grote projecten zoals ziekenhuizen, kantoren en winkelcentra.

De afgelopen jaren zijn in Nederland ook tal van kleine projecten gerealiseerd, waarbij voor woningen en bedrijven gebruik wordt gemaakt van zowel grondwatersystemen, als van bodemwarmtewisselaars. Een andere toepassingsvorm waarin de warmtepomp in toenemende mate ingezet wordt, is de warmtepompboiler.

Qua betrouwbaarheid kan in een warmtepompinstallatie onderscheid gemaakt worden in de warmtepomp, de inpandige installatie (inclusief de regeling) en de bodemkoppeling. De betrouwbaarheid van de warmtepomp zelf is vergelijkbaar met die van een ijskast en een levensduur van tussen de vijftien en twintig jaar is geen uitzondering. Om de betrouwbaarheid en efficiëntie van de inpandige installatie te garanderen is het essentieel dat deze wordt ontworpen als lage-temperatuurwarmtepompsysteem en niet als onderdeel van een conventionele gasgestookte installatie. Voor de bronzijde van de warmtepomp geldt dat de uitgangspunten voor een goed ontwerp gezocht moeten worden in de energiehuishouding van het pand in combinatie met de lokale geologie. Uiteraard speelt zoals bij elk project de kwaliteit van werkzaamheden een belangrijke rol.

Potentieel beter benutten

Op dit moment zijn de kosten van warmtepompsystemen veelal beduidend hoger dan traditionele verwarmingssystemen. Dit is met name het geval indien de warmtepompsystemen uitsluitend voor verwarming worden gebruikt en de warmtepomp maar voor de helft van zijn mogelijkheden benut wordt. Indien naast de verwarmingsfunctie, de koelfunctie ook wordt benut, snijdt het mes aan twee kanten. Bij een dergelijke toepassing zijn de investeringskosten in verhouding tot een traditionele gasgestookte ketel in combinatie met airconditioning al veel meer in balans.

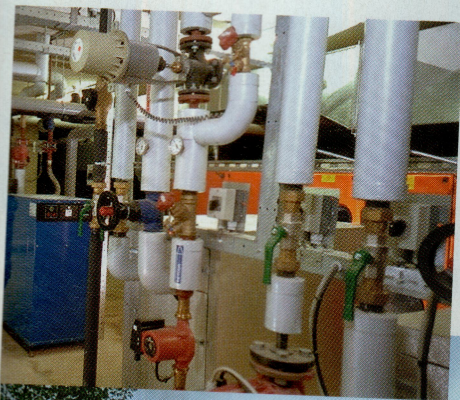
Warmtepompen moeten uiteindelijk hun geld opbrengen in de besparing op energiekosten. Dat dit hand in hand gaat met de reductie in het gebruik van fossiele brandstoffen en een beperking van emissies is duidelijk. Uit verschillende studies blijkt dat warmtepompsystemen al beduidende besparingen op energieverbruik ten opzichte van conventionele systemen opleveren, zelfs als het gaat om systemen die enkel voor verwarming worden toegepast en waarbij opwekkingsverliezen in elektrische centrales worden meegenomen. Bij koude- en warmteopslagprojecten worden energiebesparingen tussen de veertig en vijftig procent gerealiseerd, waarbij vooral de hoge kosten van het koelvermogen worden beperkt.

Groen statement

Warmtepompen zijn een gevestigde en volwassen technologie, die mensen en bedrijven in de gelegenheid stelt om een hoog comfortniveau te combineren met een 'groen statement', zonder dat de techniek futuristisch of experimenteel hoeft te zijn. Hoewel men in het algemeen de investeringskosten als beperkend voor de implementatie ziet, zijn deze met name in een goed gewogen toepassing niet wezenlijk hoger dan voor een traditionele benadering. Als grote voordeel geldt dat de besparing op fossiele brandstoffen op termijn ook tot beduidend lagere exploitatiekosten leidt.

In Nederland bestaat een duidelijk perspectief voor vele toepassingsvormen van de warmtepomp. Een belangrijke voorwaarde is echter dat men de juiste toepassing bij de juiste warmtepomp kiest en rekening houdt met de mogelijkheden en onmogelijkheden van systemen. De komende jaren is het van belang om de aandacht te vestigen op het vinden van deze niche. Zijn de optimale toepassingsgebieden eenmaal gevonden en bewezen, dan kan technische verfijning en optimalisatie plaatsvinden, waarna de veel gezochte kostenreductie optreedt.

Groenholland Adviesbureau voor Milieutechniek, Amsterdam ❏





De warmtepompinstallatie van de Rabobank in Pey.

15.000 m² zonnepanelen in één woonwijk

IN NIEUWLAND BEGINT DE EEUW

Henk Bouwmeester

In de duurzame wijk Nieuwland in Amersfoort wordt op grote schaal gebruik gemaakt van zonnestroom. Het is voor het eerst in de wereld dat zonnestroom op deze schaal in de woonomgeving is toegepast. Het project in Nieuwland kan worden gezien als een voorproefje voor het bouwen in de volgende eeuw. De kans is immers groot dat zonnestroom over enkele decennia een significante bijdrage aan onze energievoorziening levert.



In Nieuwland zijn de daken van 650 woningen met zonnepanelen belegd en bij nog eens ruim 300 woningen is een paneel van één vierkante meter geplaatst. Daarnaast zijn zonnepanelen te vinden op de daken van twee scholen en twee energiebalanswoningen. De meeste projecten zijn gerealiseerd op initiatief van het energiebedrijf REMU en Novem. Zeer bijzonder is het 1 MW PV-project, in het noordwestelijk deel van Nieuwland. Hier hebben 501 woningen, een sporthal en een kinderdagverblijf een zonnedak, waarmee meer dan de helft van alle woningen van stroom wordt voorzien.

Integratie in architectuur

Om zonnepanelen te plaatsen, lijken daken van huizen en gebouwen, althans in Nederland, zeer geschikt. Zonnepanelen nemen dan geen extra ruimte in beslag en de elektriciteit kan worden geproduceerd op de plek waar die ook nodig is. Om grootschalige toepassing van zonnestroom in de volgende eeuw mogelijk te maken, is het van belang nu alvast ervaring op te doen. Bijvoorbeeld om na te gaan welke effecten zonnepanelen hebben op de elektrische infrastructuur in een wijk. Of hoe de plaatsing van zonnepanelen kan worden geïntegreerd in de stedenbouw en de architectuur. Een zonnepaneel kan worden gezien als een nieuw bouwmateriaal dat als dakbedekking en als gevelbekleding kan dienen. Het is echter wel een materiaal met zeer specifieke bouwfysische en esthetische eigenschappen. Het project in Nieuwland is bedoeld om met al dit soort aspecten ervaring op te doen en om architecten, stedenbouwkundigen en projectontwikkelaars uit te nodigen zonnepanelen op wijkniveau toe te passen.

Esthetische meerwaarde

De toepassing van zonnepanelen blijkt vaak een aanleiding te zijn om een meerwaarde aan een woning te geven. Niet alleen de elektriciteitsproductie van zonnepanelen telt, maar ook de hightech uitstraling en het milieuvriendelijke imago van zonnepanelen. Het zichtbare gebruik van zonnepanelen biedt vaak een mogelijkheid om een woning er nét even anders uit te laten zien dan de gemiddelde nieuwbouwwoning. In enkele projecten in Nieuwland zorgt een groot aaneengesloten panelendak voor een zekere eenheid zodat de zonnepanelen bijdragen aan de beslotenheid van een buurt. Een goed voorbeeld daarvan is een project dat is ontworpen door architectenbureau Loof & Van Stigt. Hierbij gaat het om 154 woningen die in een hoge dichtheid zijn gebouwd en waarbij op acht bouwblokken zonnepanelen zijn aangebracht in enorme velden van zo'n zestig meter breed. Van een afstand vallen de woningen direct op en van dichtbij biedt de eenheid een zekere beschutting. Ook bij een project dat ontworpen is door Klaus en Kaan Architecten

VAN DE ZON





Deelproject Jersey: 154 woningen ontworpen door architectenbureau Loof & Van Stigt. De zonnepanelen zijn als grote aaneengesloten vlakken uitgevoerd. De visuele eenheid in de buurt wordt daardoor versterkt. Foto: Jan van IJken

◄ *Deelproject Panta Rhei: Architect Han van Zwieten is bij het ontwerp van zijn woningen uitgegaan van de vaste maatvoering van zonnepanelen. De breedte van de woning is 7.20 meter, waardoor er precies zes panelen van 1.20 op iedere woning passen. De panelen zijn aangebracht boven een dakstraat, waardoor ook gebruik wordt gemaakt van passieve zonne-energie. Foto: Jan van IJken*

valt die eenheid op. De woningen zijn gebouwd aan enkele zeer smalle straatjes, waarbij de zuidelijke dakhelling van de woonblokken volledig uit zonnepanelen bestaat. De panelen zijn zeer bepalend voor de sfeer op straat, maar vreemd genoeg heeft dat geen 'vervreemdend' effect. Integendeel, de kristalblauwe panelen blijkt de beslotenheid van de straatjes te versterken. In een project van de architecten Duinker en Van der Torre zijn zonnepanelen juist gebruikt om de individualiteit van de woningen te benadrukken. Iedere woning heeft hier zijn eigen veldje panelen, terwijl alle woningen tezamen één grote wand vormen langs een belangrijke ontsluitingsweg in Nieuwland.
Niet in alle projecten zijn zonnepanelen overigens op een zichtbare manier toegepast. Sommige bouwblokken hebben platte daken, waarbij de panelen in eenvoudige standaards als losse elementen op het dak zijn gezet, voor iedereen aan het oog onttrokken. Dat is jammer, want daarmee gaat een kans verloren om met zonnepanelen iets extra's aan de vormgeving van een woning toe te voegen.
Behalve een bijdrage aan de energievoorzieningen en aan het uiterlijk van woningen, kan toepassing van zonnepanelen ook ín de woning een meerwaarde geven. Bij verschillende woningen in Nieuwland is te zien dat door de bouw van een geprononceerd lessenaarsdak een grote zolderruimte ontstaat met hoge ramen aan de noordzijde, die voor allerlei functies geschikt is. In andere ontwerpen is te zien hoe een verhoogd zonnedak de mogelijkheid geeft om daglicht ver in de woning te laten doordringen, zodat zonnestroom gecombineerd wordt met passieve zonne-energie.

Zongerichte stedenbouw

Zonnestroom is overigens niet alleen voer voor architecten. Met name het 1 MW PV-project, waar de meeste zonnepanelen zijn geplaatst, laat duidelijk zien dat een grootschalige toepassing alleen goed mogelijk is als hierop in het stedenbouwkundig plan wordt geanticipeerd. Hoe beter de toepassing van zonne-energie bij het begin in het planproces is verankerd, hoe meer mogelijkheden er zijn om zonnepanelen tegen acceptabele kosten te integreren in de architectuur. Het belangrijkste daarbij is, dat de stedenbouwkundige zorgt voor een zongerichte verkaveling met straten in een oost-westrichting. De woningen hebben dan één dakvlak op het zuiden waar voldoende plaats is voor de benodigde panelen. Bij andere oriëntaties is het vaak

Zonnestroomprojecten in Nieuwland	Initiatiefnemer	Vermogen in kWp	Oppervlakte in m2
50 huurwoningen	REMU i.s.m. woningcorporatie	110	1107
19 koopwoningen	SCW REMU i.s.m. Thomasson	55	576
370 Woningen met 1 m2 PV	Dura	37	370
2 basisscholen	HBG Vastgoed	20	170
24 woningen met zonnepanelen	REMU i.s.m. NV SRO	9	108
2 energiebalanswoningen	SSBA	18	118
1 MW PV-project	REMU	1351	12299
56 geluidwalwoningen	REMU e.a Schoonderbeek/Bouwfonds	18	224
Totaal		**1618**	**14972**

Nieuwland is een ware proeftuin voor zonnestroom met bijna 15.000 m² zonnepanelen die samen een piekvermogen hebben van 1.618 kilowatt. Het grootste project in Nieuwland is het 1 MW PV-project, waar in één wijk zonnepanelen zijn aangebracht op de daken en aan gevels van 77 procent van de woningen, alsmede op de daken van een sporthal en een kinderdagverblijf. De meeste projecten zijn gerealiseerd op initiatief van REMU en Novem. Maar er zijn ook projectontwikkelaars geweest die in het kielzog van de ontwikkelingen op eigen initiatief zonnepanelen hebben geplaatst.

Deelproject Cascade: Langs de Waterdreef, een belangrijke ontsluitingsweg in Nieuwland, staat een groot blok met 32 woningen. De zonnepanelen, die samen een gesloten wand vormen, zijn als losse blokken op het dak aangebracht. Iedere woning heeft zijn eigen veldje panelen.
Ontwerp: Duinker Van der Torre.
Foto: Jan van IJken



lastiger en duurder om panelen op een mooie manier in de vormgeving van een huis op te nemen. De architect moet dan alle creatieve middelen uit de kast halen. Een goed voorbeeld is een project dat ontworpen is door architect Zavrel. Hij heeft zonnepanelen aangebracht op de zijgevels van woningen die zijn gebouwd langs een noord-zuidgerichte straat. Doordat de kavels relatief breed zijn en de woningen een zaagtand-dak hebben, worden de panelen toch nog voldoende beschenen, ondanks de slechte oriëntatie van het bouwblok.

Zongerichte verkaveling wordt overigens nogal eens bekritiseerd. Het zou een te rigide uitgangspunt zijn om een stratenplan op te baseren, en andere kwaliteitseisen zouden erdoor in het gedrang komen. Het 1 MW PV-project kan dienen als tegenvoorbeeld. In het projectgebied is niet minder dan 84 procent van de woningen met de voor- of achtergevel op de zon gericht, dat wil zeggen: tussen zuidoost en zuidwest. Niettemin kan het plan heel goed de stedenbouwkundige toets der kritiek doorstaan. In Nieuwland is gebleken dat de marges waarbinnen sprake is van een gunstige oriëntatie voldoende stedenbouwkundige speelruimte bieden.

Bouwkundige hoofdbrekens

De integratie van zonnepanelen in de praktijk van het bouwproces heeft in Nieuwland overigens voor heel wat hoofdbrekens

Deelproject Pitrus-Mattenbies: Kleine huizen langs smalle straten. In schril contrast daarmee staat de opvallende aanwezigheid van grote daken met kristalblauwe zonnepanelen. Ontwerp: Claus en Kaan architecten.
Foto: Jan van IJken



gezorgd. Zonnepanelen blijken nog lang geen standaard bouwmateriaal te zijn. Ze zijn slechts in enkele vaste maten standaard verkrijgbaar en de montage ervan op het dak vereist millimeterwerk. Dat is een nauwkeurigheid die niet past bij de bouwpraktijk. Om een mooi aaneengesloten panelendak te maken, zijn daarom op verschillende plaatsen passtroken en dummy-panelen toegepast. Architect Han van Zwieten heeft het in zijn project omgedraaid: hij is bij de maatvoering van zijn woningen uitgegaan van de breedte van een standaard-zonnepaneel. Een paneel is 1.20 meter lang en de breedte van de woningen is 7.20 meter zodat er per woning precies zes panelen naast elkaar liggen. Ook dakdoorvoeren en randafwerkingen hebben de nodige inventiviteit van de bouwers gevraagd. Overal moesten oplossingen op maat worden bedacht en binnen de strakke logistiek van een bouwproject is dát lastig. Het is allemaal nog niet zo eenvoudig als het eruit ziet. Ook in dat opzicht brengt het realiseren van een zonnewijk andere vraagstukken aan het licht dan het bouwen van één of enkele zonnehuizen.



Deelproject Kroosbuurt: Bij 125 woningen in het noordoostelijk deel van Nieuwland zijn de zonnepanelen in eenvoudige standaards los op het platte dak gezet en niet zichtbaar vanaf de straat. Ontwerp: Kees de Kat. Foto: Jan van IJken

Energiebedrijf in nieuwe rol

Eén van de doelstellingen die REMU met dit project heeft, is ervaring opdoen met de elektrische integratie van zonnestroom. Hoe kunnen de installaties op het elektriciteitsnet worden aangesloten en wat gebeurt er met het net als opeens de zon doorbreekt en er een grote hoeveelheid zonnestroom wordt geproduceerd? Per woning zijn de zonnepanelen op het elektriciteitsnet aangesloten en iedere woning heeft een dubbele kilowattuurmeter waardoor zowel levering als gebruik worden bijgehouden. Het laagspanningsnet in de wijk is ten opzichte van een 'gewone' situatie verzwaard. In plaats van kabels van 3x95 mm² zijn kabels gelegd van 3x150 mm². In de wijk zijn drie transformatorstations gebouwd met een capaciteit van 400 kVA (kilovoltampère), in plaats van 250 kVA in een situatie zonder zonnepanelen. Netberekeningen hebben uitgewezen, dat deze maatregelen voldoende betrouwbaarheid geven, maar alleen de situatie van alledag kan dat ook werkelijk aantonen.
Met de realisatie van zonnestroom heeft REMU als energiebedrijf een heel andere rol gekregen. In plaats van alleen leverancier van elektriciteit heeft het bedrijf ook actief deelgenomen aan het bouwproces. Daarnaast is REMU eigenaar van ongeveer de helft van de zonnestroominstallaties. Er zijn contractuele afspraken gemaakt met bewoners over onderhoud en de bereikbaarheid van de installaties en als vergoeding voor gebruik van het dak krijgen de bewoners twintig procent van de opgewekte elektriciteit tegen kleinverbruikerstarief vergoed. Andere installaties zijn met de verkoop van het huis aan de bewoners overgedragen. REMU neemt de geproduceerde elektriciteit af en betaalt daarvoor het kleinverbruikerstarief terug. Het energiebedrijf staat daarmee dus in een heel andere verhouding ten opzichte van de bewoners en het project is mede bedoeld om daar ervaring mee op te doen.

Meer informatie over de toepassing van zonnestroom in Nieuwland is te vinden in het Informatiecentrum Duurzame Energie. Dit centrum is door REMU ingericht in één van de twee energiebalanswoningen in Nieuwland (Nieuwlandseweg 42, Amersfoort, telefoon 033-609 44 97). Het 1 MW PV-project en de projecten die eraan vooraf zijn gegaan zijn verder uitgebreid toegelicht in het boek 'Bouwen op de zon', geschreven door Henk Bouwmeester met fotografie van Jan van IJken. Dit boek is bij de officiële oplevering van het 1 MW PV-project gepresenteerd en is verkrijgbaar bij uitgeverij Aeneas te Best en bij de erkende boekhandel. ❑

Glashelder

Onder de coating is een Aerpac-rotorblad volkomen doorzichtig, als glas.

Dankzij het door Aerpac ontwikkelde RIM-procédé wordt de epoxyhars onder vacuüm in de tevoren in de mal aangebrachte glasvezelmat gezogen.

Daardoor wordt voorkomen dat zich nog ook maar het geringste spoor van lucht in het materiaal bevindt. Een betere materiaalkwaliteit en de mogelijkheid elke tekortkoming bij visuele inspecties op te sporen zijn het gevolg. Bovendien biedt de RIM-technologie de gelegenheid in de toekomst – bij gelijkblijvende eigenschappen – nóg lichtere bladen te ontwikkelen.

Windturbines zijn uiterst geavanceerde producten, waarvan het aërodynamische gedeelte – de rotorbladen – één van de meest vitale componenten is. Een efficiënt omzettingsproces begint bij een zo efficiënt mogelijke benutting van het – in veel gevallen voortdurend wisselende – windaanbod en daar moet de rotor voor zorgen.

Het ontwikkelen en toepassen van het RIM-procédé is één van de vele voorbeelden van het permanente innovatieproces bij Aerpac.

Aerpac heeft, in samenwerking met de TU-Delft, speciale profielen ontwikkeld.

Aerpac biedt een uitgekiend systeem voor bliksemgeleiding.

Aerpac is erin geslaagd om dankzij een compact en pienter dempingssysteem het probleem van uiterst schadelijke trillingen bij grotere turbines met stall-regeling definitief op te heffen.

Aerpac produceert al rotorbladen voor turbines met diameters tot 70 m. De ontwikkeling van een blad voor turbines met een rotordiameter van 80 m. – in de klasse tot ca. 2 MW – is in voorbereiding.

AERPAC: EEN GLASHELDERE AERODYNAMISCHE BENADERING

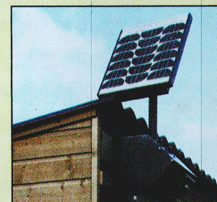


Aerpac B.V.
Postbus 167
7600 AD Almelo

Tel: 0546 549 549 Fax: 0546 549 599 E-mail: office@aerpac.com

Midden-Holland

naar duurzame energie!



ENERGIEBEDRIJF MIDDEN HOLLAND NV is een energiedistributiebedrijf met 86.000 elektriciteits- en 76.000 gasklanten. Door het jarenlang promoten van energiebesparing en het subsidiëren van duurzame energie zijn nu in Midden-Holland 2000 zonneboilers, 80 fotovoltaïsche systemen op woningen aangebracht, staan er 35 fotovoltaïsche lichtmasten, 4 fotovoltaïsche ecostroom-centrales met een vermogen van 2 kW en 1 met een vermogen van 8 kW en 7 zonnedaksystemen.

Het bedrijf spant zich in bij gezinnen het energieverbruik uit het openbare net terug te brengen tot maximaal 800 kWh en 800 m³ door een bewuster energieverbruik en door zelf duurzame energie op te wekken. Zo stimuleert Energiebedrijf Midden-Holland bijvoorbeeld het toepassen van zonnecollectoren voor warmwater en elektriciteit.

PLAN INZET ZONNEDAK SYSTEMEN

1999 gecombineerd zonnepaneel voor warmte en elektriciteit in de gemeente Bodegraven. ▼



2000 introductie eerste gecombineerde systemen
2005 introductie totaal zonnedak systemen
2010 slag om de daken voor duurzame opwekking
2020 Midden-Holland wekt 10% van het energieverbruik duurzaam op

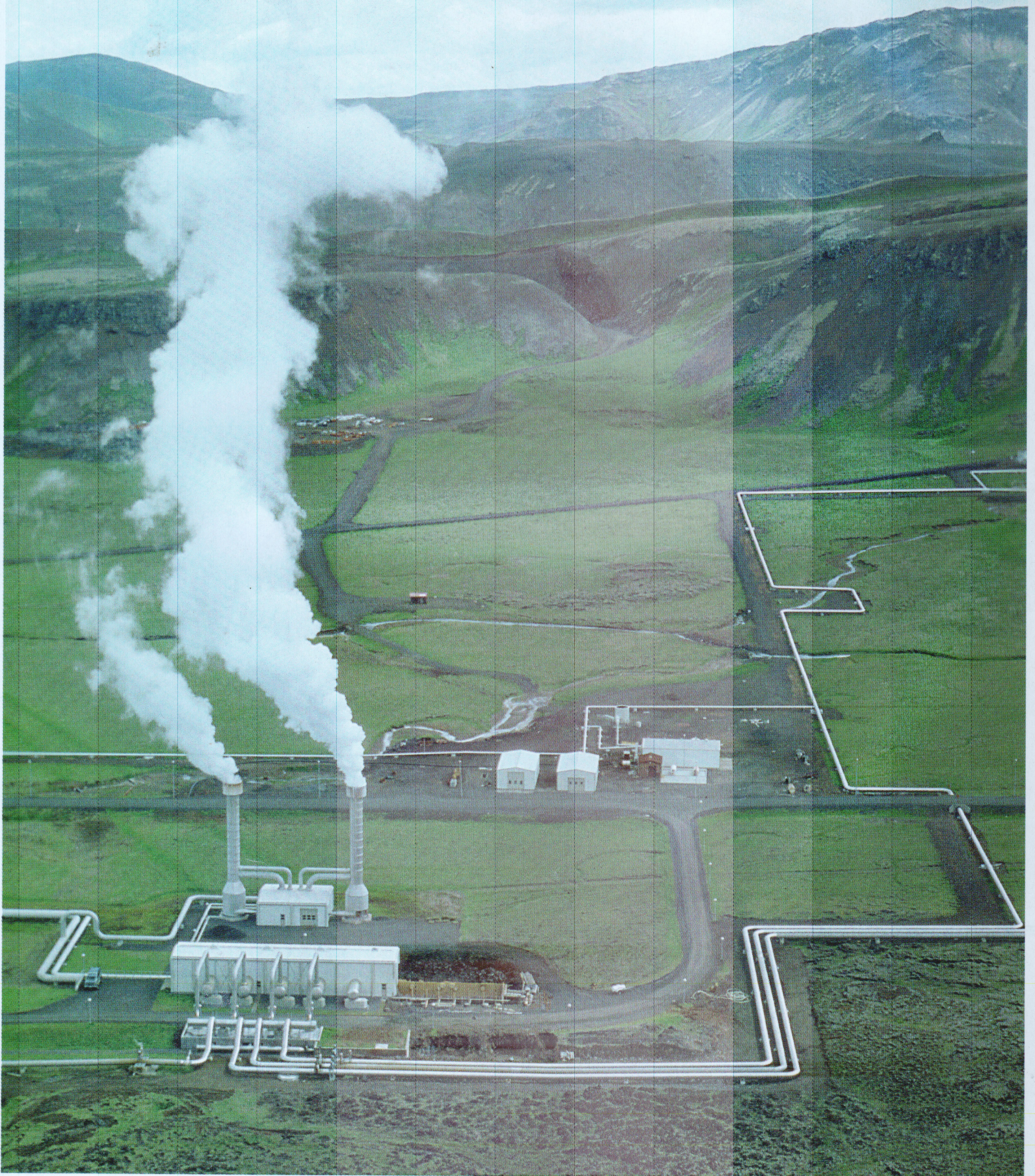
ZONNEDAK SYSTEEMVOORWAARDEN:
Primair: Voldoen aan de eisen van de architect, de wensen van de eindverbruiker en aan de energiedoelstelling.
Secundair: Uniforme kleurstelling, water- en sneeuwdicht, eenvoudige montage, modulair opbouwsysteem, montage op afroep, voldoen aan technische voorwaarden en eisen van stichting Dakbesluit(GIW)



Postbus 26, 2800 AA Gouda
Telefoon: 0182 589 687
Internet: www.emhgouda.nl

ALS DE GROND HEET WORDT ON

Tom van Loon



DER JE VOETEN ...

Er zijn tal van gebieden waar de bodem altijd warm of zelfs heet is. Dat zijn gebieden met actief vulkanisme. De warmte die vrij komt kan goed benut worden voor het opwekken van elektriciteit of voor de verwarming van gebouwen.

In vulkanisch actieve gebieden komt vanuit de diepe ondergrond gloeiend heet materiaal (magma) omhoog. Breekt dat door het aardoppervlak heen, dan spreken we van een vulkanische uitbarsting. Blijft het ergens onderweg 'steken' dan merken we dat alleen maar doordat de afgegeven hitte zorgt voor een voortdurende warmtestroom. Die kan zich uiten in hete bronnen zoals geysers.

Het grote complex van Nesjavellir, IJsland, dat voor elektriciteit en heet water zorgt. Foto: Tom van Loon

Heetwaterbronnen treft men over de hele wereld aan, zoals hier op de Azoren. Foto: Annemieke van Roekel

Radioactief

Aardwarmte (geothermie) is een - op menselijke schaal gezien - onuitputtelijke energiebron. Aardwarmte ontstaat doordat de aarde is opgebouwd uit materiaal dat voor een deel radioactief is. Die radioactieve atomen vervallen geleidelijk, waarbij warmte wordt afgegeven. De warmte stroomt uiteindelijk naar het aardoppervlak, omdat de atmosfeer relatief koud is en warmte zich, volgens de natuurwetten, verspreidt naar koudere gebieden toe. Waar veel warmte aan het aardoppervlak naar buiten treedt, kan daarvan nuttig gebruik worden gemaakt. Dat gebeurt uiteraard vooral in landen met veel vulkanische activiteit. Bekende voorbeelden zijn IJsland, Japan en Nieuw-Zeeland, waar het gebruik van aardwarmte des te interessanter is omdat fossiele brandstoffen er afwezig of schaars zijn. Het gebruik van aardwarmte is daarom in zulke landen niet alleen 'modern' in de zin dat er van een duurzame energiebron gebruik wordt gemaakt, maar het is ook nog eens economisch aantrekkelijk.

Technische ingrepen

Er zijn nog steeds veel landen waar aardwarmte in ruime mate voorhanden is, maar waar er niettemin nauwelijks gebruik van wordt gemaakt, zoals bijvoorbeeld in Indonesië het geval is. Terwijl in landen als Nederland en België, die nauwelijks over aardwarmte van enige betekenis beschikken, vaak dure en technisch gecompliceerde plannen worden ontwikkeld (en soms ook uitgevoerd) om aardwarmte te benutten. De bruikbare warmte is hier op vrij grote diepte aanwezig. Daarvan kan alleen gebruik worden gemaakt



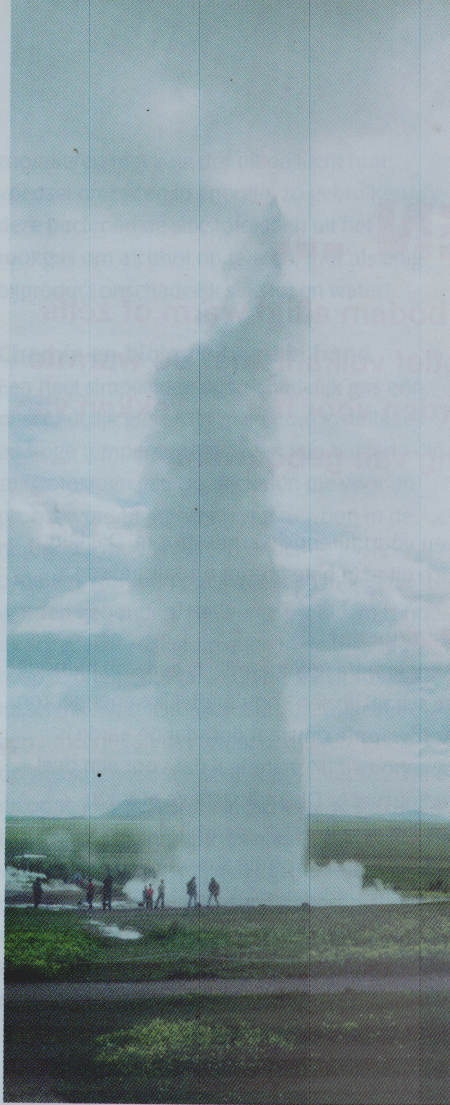
door technische ingrepen.
De meest simpele is om twee boorgaten te maken tot in een waterdoorlatend gesteente waar de temperatuur hoog is. Vervolgens wordt water in het ene boorgat geïnjecteerd en - na verhitting in de ondergrond - weer opgepompt. Het warme water kan gebruikt worden voor bijvoorbeeld stadsverwarming of de verwarming van kassen. Proeven hiermee in Nederland en België zijn echter weinig succesvol verlopen. De kosten waren hoog, het opgepompte water veroorzaakte nogal wat problemen (corrosie van materialen, verzilting) en de warmteproductie per boring bleek gering, zodat steeds nieuwe boringen noodzakelijk bleken.

Onderzeese bergrug

Heel anders ligt dat in IJsland, een land dat bekend staat om zijn hete bronnen en geysers. Zo is de 'Blue Lagoon' nabij het vliegveld van Reykjavik een wereldberoemde attractie. Wat IJsland zo bijzonder maakt is dat dit land aardwarmte het meest in de samenleving heeft geïntegreerd. De uitgebreide toepassing van aardwarmte in IJsland hangt samen met een aantal factoren. In de eerste plaats ligt het land zo noordelijk dat er vrijwel continu behoefte is aan extra warmte. In de tweede plaats zijn er nauwelijks andere energiebronnen, zoals hout, steenkool of gas, zodat kostbare import nodig zou zijn. In de derde plaats is aardwarmte rijkelijk voorhanden omdat er veel actief vulkanisme op IJsland is.
Het vulkanische karakter van IJsland is een gevolg van de bijzondere geologische positie. Het land vormt als het ware een boven zee uitstekend onderdeel van de zogeheten Mid-Atlantische Rug, een vulkanische onderzeese bergrug die is ontstaan doordat de schollen waaruit de aardkorst is opgebouwd, daar uiteendrijven. Er ontstaat zodoende een scheur in de aardkorst, waardoor het magma uit het binnenste van de aarde hier gemakkelijk omhoog kan komen.

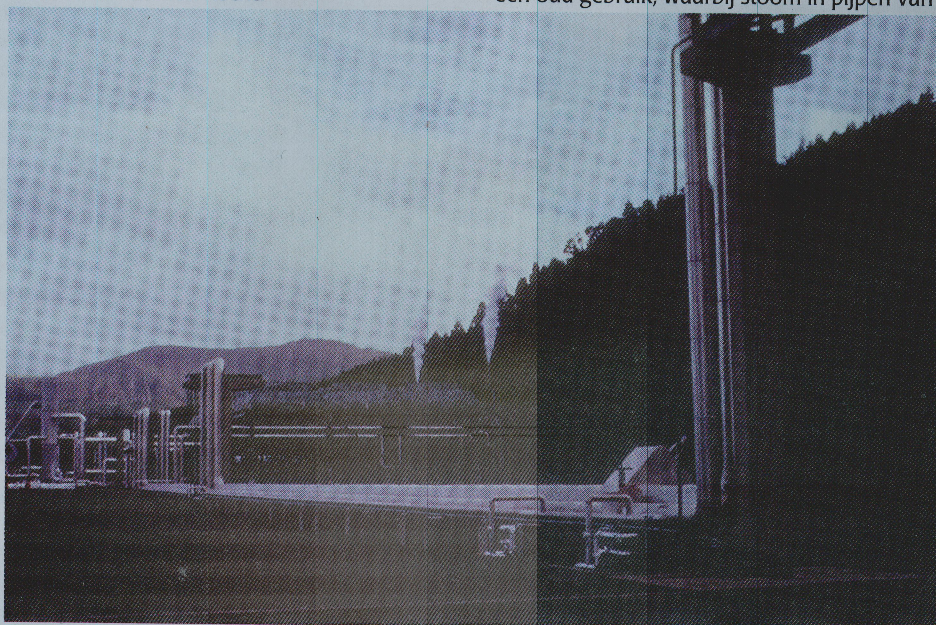
Spectaculaire fonteinen

Regenwater dat diep in de grond doordringt wordt daar tot temperaturen van soms boven 100 âC opgewarmd (water verdampt op grote diepte niet bij die temperatuur door de hoge druk die er heerst). Op een diepte van duizend meter kan de temperatuur zelfs meer dan 2000 âC bedragen! Via spleten in het vulkanische gesteente komt het water weer omhoog, waarbij een deel overgaat in stoom als gevolg van de daling van de druk bij het opstijgen. Zo komt een mengsel van water en



De spectaculaire geyser Strokkur.
Foto: Tom van Loon

Ook op de Azoren wordt voor de opwekking van elektriciteit veel gebruik gemaakt van aardwarmte. Er is zelfs voldoende aardwarmte om alle bewoners van elektriciteit te voorzien. Op de foto de eerste Portugese aardwarmtecentrale bij Red Peak, op het eiland Sao Miguel.
Foto: Annemieke van Roekel



stoom in pulsen omhoog: de bekende geysers. Die soms regelmatig, soms onregelmatig spuitende fonteinen zijn genoemd naar de 'Grote Geysir' op IJsland, de beroemdste en hoogst spuitende geyser ter wereld. Sinds enkele tientallen jaren is hij echter niet meer actief, omdat hij - ten behoeve van toeristen - met chemische middelen zoals zeepsop werd 'geprikkeld' om vaker te spuiten dan hij van nature deed. Zijn rol ter plaatse is nu echter overgenomen door een nabijgelegen geyser, de Strokkur, die weliswaar minder hoog spuit maar niettemin een spectaculair verschijnsel vormt. De desbetreffende locatie, die nog steeds een belangrijke toeristische attractie vormt, kent naast de geyser tal van borrelende heetwaterbronnen, waaruit soms water in stroompjes wegvloeit. Door afkoeling en de afgenomen druk ontstaan daarbij soms prachtig gekleurde chemische neerslagen, die vaak sterk zwavelhoudend zijn. Zwaveldampen zijn overigens vrijwel altijd verbonden met heetwaterbronnen.

Oud gebruik

Tot in het begin van deze eeuw werden bronnen met warm water op IJsland, vooral in de omgeving van Reykjavik, wel gebruikt om de was te doen. Slechts enkele restanten van die zogeheten thvottalaugar (laugar bronnen) zijn bewaard gebleven en in de afgelopen jaren als monument beschermd. Tegenwoordig wordt aardwarmte op IJsland op vier manieren benut. Behalve als toeristische attractie en voor recreatieve doeleinden, zoals hete baden, liggen de twee meest 'eigenlijke' toepassingen op technisch vlak: stadsverwarming en elektriciteitsopwekking. De stadsverwarming is een voortzetting van een oud gebruik, waarbij stoom in pijpen van

de hete bronnen door huizen werd geleid. Zeker in IJsland is die toepassing gedurende de grootste tijd van het jaar geen overbodige luxe! Dit gebeurde in het verleden onder meer in Reykholt, maar er zijn weinig exacte gegevens over deze vroege vorm van 'stadsverwarming' bekend. In 1907 werd heet water uit een hete bron met de naam 'Amsterdam' naar het huis van een rijke inwoner in Reykir geleid. Dat was de eerste stadsverwarming overeenkomstig het nu nog steeds gehanteerde principe. Later werd heet water uit dezelfde bron ook naar een wolspinnerij geleid.

Heilzame hete bronnen

Foto: Annemieke van Roekel

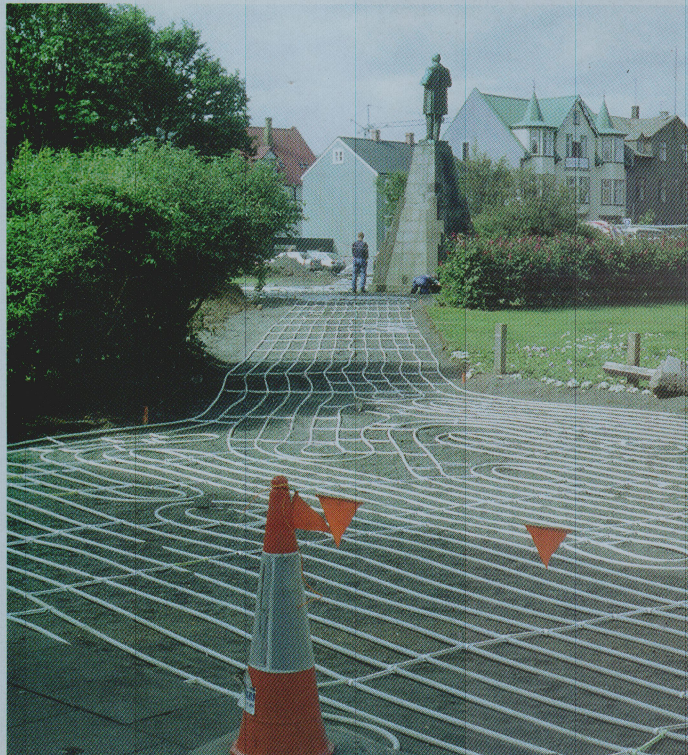


In IJsland is het van oudsher een populair gebruik om te baden in warme bronnen. Behalve een ontspannende werking zou het baden in hete bronnen vanwege het hoge gehalte aan mineralen ook andere heilzame gevolgen hebben. De relatief grote hoeveelheid opgeloste zouten (al is het water zelden zo zout als zeewater) lijken vooral bij huidziekten soms een gunstig effect te hebben. De precieze werking is overigens niet altijd duidelijk. Een placebo-effect - mensen voelen zich gezonder omdat ze denken iets gezonds te hebben gedaan - valt niet uit te sluiten. Tal van hete bronnen bevatten bovendien een relatief hoge concentratie aan radioactieve elementen, die sinds lang - en ook nu nog - aangeprezen worden als een middel om ziektes te voorkomen. Of dat zo is, of dat radioactief water juist een tegengesteld effect heeft, is wetenschappelijk niet duidelijk vastgesteld. Waarschijnlijk speelt individuele gevoeligheid een grote rol.

Moderne toepassingen

In 1930 begon Reykjavik met de grootschalige toepassing van stadsverwarming. Het hete water werd opgepompt uit boorgaten bij Laugardalur. Die boringen leverden veertien liter water per seconde (van 87 âC) op. Het water werd naar een school drie kilometer verderop geleid. Daarna volgde snelle uitbreiding van de stadsverwarming, mede dankzij het grote aantal locaties waar via boringen voldoende hoeveelheden heet water kon worden verkregen. Nu zijn in Reykjavik en de nabije omgeving, waar meer dan de helft van de totale bevolking van IJsland woont, vrijwel alle dertigduizend woningen van stadsverwarming voorzien. Daartoe circuleert jaarlijks meer dan zestig miljoen kubieke meter water door het leidingsysteem, met een thermische capaciteit van circa zevenhonderd megawatt (een megawatt is duizend kilowatt).
Behalve voor stadsverwarming wordt aardwarmte ook gebruikt voor het opwekken van elektriciteit. Een deel van het opgepompte hete water wordt geleid naar de centrale in Nesjavellir, waar de stoom van het hete water (190 âC) wordt gescheiden en naar twee stoomturbines wordt geleid. De turbines produceren elk dertig megawatt elektriciteit. Allerlei voorzorgsmaatregelen zijn nodig om ongewenste neveneffecten te vermijden, zoals corrosie als gevolg van de in het water opgeloste stoffen.

De aanleg van leidingen voor warm water onder het trottoir. Zo worden delen van Reykjavik ook 's winters voor voetgangers sneeuwvrij gehouden. Foto: Tom van Loon



Potentieel beter benutten

Het is moeilijk in te schatten hoe de toepassing van aardwarmte zich de komende jaren zal ontwikkelen. In de landen waar aardwarmte in ruime mate voorhanden is en al veel van het potentieel wordt benut lijkt de bereidheid groot om op de ingeslagen weg voort gaan. Dat past binnen de internationale doelstelling om zoveel mogelijk over te schakelen op duurzame energiebronnen. De totale bijdrage van aardwarmte aan de mondiale energievoorziening zal dan ook waarschijnlijk snel toenemen. In landen waar aardwarmte wel beschikbaar is maar nog weinig wordt benut zullen de ontwikkelingen meer tijd vergen. Het gaat meestal om landen die vanwege een gebrek aan financiële middelen of om politieke redenen de (op zich rendabele) investeringen in aardwarmte-projecten niet kunnen of willen opbrengen. Een groot deel van het mondiale potentieel aan aardwarmte zal daarom voorlopig onbenut blijven.
In landen waar het potentieel aan aardwarmte klein is, worden veel van de eerder uitgevoerde projecten momenteel stopgezet vanwege technische problemen of te hoge kosten. Plannen voor nieuwe projecten verdwijnen in de ijskast, waarmee een einde lijkt te komen aan projecten die destijds vooral zijn gestart als stokpaardjes van politici en pressiegroepen.
Hoewel het gebruik van aardwarmte in absolute zin op korte termijn wereldwijd zal toenemen, zal het relatieve aandeel van deze duurzame energiebron in de wereldenergievoorziening dalen, vooral als gevolg van de sterke stijging van de energievraag in ontwikkelingslanden. Hulp om in die landen een infrastructuur voor het gebruik van aardwarmte op te zetten kan een belangrijke bijdrage leveren aan de rol die duurzame energiebronnen in de toekomst moeten gaan spelen. ❑

Energie uit eb en vloed

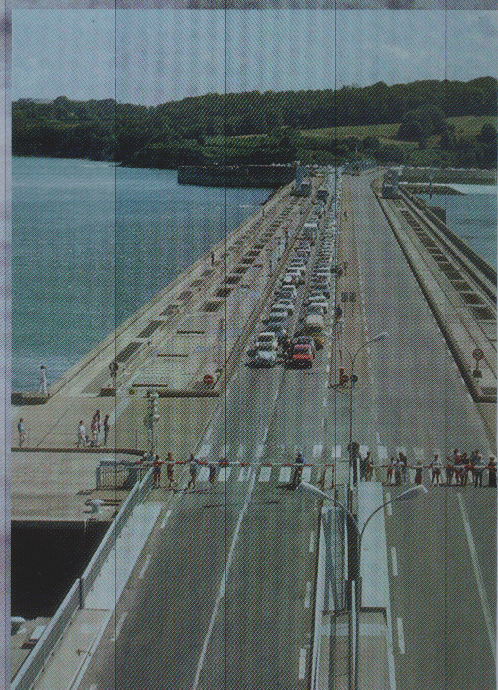
Tom van Loon

Foto's van de auteur

Tot de in principe onuitputtelijke energiebronnen op aarde behoren de getijden. De energie die de zich met eb en vloed verplaatsende watermassa's vertegenwoordigen is enorm. Op wereldschaal zou vier maal het opgestelde vermogen van alle Nederlandse elektriciteitscentrales tezamen uit getijdenenergie kunnen worden opgewekt.



Bij vloed wordt het water zo sterk opgestuwd dat het met grote snelheid de getijdencentrale passeert. De 24 generatoren hebben elk een vermogen van tien megawatt. (St. Malo).



De stuwdam bij de getijdencentrale bij St. Malo is 760 meter lang. De centrale levert elektriciteit voor 300.000 huishoudens.

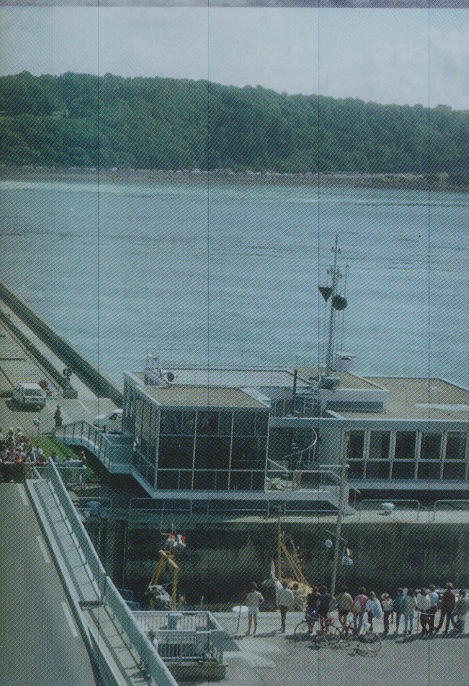
Onder invloed van de aantrekkingskracht van de maan en - in veel geringere mate - de zon, verplaatsen enorme watermassa's zich tweemaal per dag heen en weer door de oceanen. Die waterbewegingen nemen we langs de kust waar als getijden. In Nederland maken we al sinds mensenheugenis gebruik van de getijden, vooral om overtollig water bij eb op zee te lozen via sluizen. Bij vloed worden die sluizen weer gesloten, zodat er geen zeewater kan binnendringen. Ook de sluizen in de Afsluitdijk werken nog steeds volgens dit oude principe.

Mondjesmaat benut

Hoewel veruit de meeste plaatsen weinig tijverschil (het hoogteverschil van de zeespiegel bij eb en vloed) kennen, zodat daar het winnen van die energie meer zou kosten dan opleveren, is het potentieel enorm. Wereldwijd gaat het om zo'n drie miljoen megawatt (een megawatt is duizend kilowatt) die continu beschikbaar is, maar daarvan is waarschijnlijk slechts zo'n twee procent te benutten. Dat is echter nog altijd zestigduizend megawatt (zestig gigwatt), ongeveer vier maal het totale opgestelde vermogen van de Nederlandse elektriciteitscentrales. Van die potentieel goed bruikbare zestig gigwatt wordt echter tot nu toe slechts zeer spaarzaam gebruik gemaakt, ook al gaat het om een duurzame energiebron die niet bijdraagt aan het broeikaseffect. De belangrijkste reden daarvoor is dat slechts enkele tientallen plaatsen op aarde een economische exploitatie mogelijk maken. Van die plaatsen liggen er slechts zo weinig nabij bevolkingscentra dat het transport van de opgewekte elektriciteit rendabel is.

Kustvorm

In Nederland is het tijverschil te gering voor een rendabele getijdencentrale. Er zijn echter





Kolkend water stroomt, na de turbines te zijn gepasseerd, uit de getijdencentrale naar buiten

plaatsen waar, door de vorm van de kust, het tijverschil wel groot. De bij vloed grote watermassa's worden hier in een steeds nauwere ruimte gedrukt. In de Canadese Bay of Fundy, waar een kleine getijdencentrale is gebouwd, bedraagt het tijverschil zelfs zeventien meter. Minder extreem, maar ook zeer aanzienlijk - ruim dertien meter - is het tijverschil in het estuarium van de Rance, een rivier die bij St. Malo (tussen Normandië en Bretagne) in zee uitmondt. Een dergelijk hoogteverschil is vergelijkbaar met het hoogteverschil aan weerszijden van de talrijke dammen bij stuwmeren, waar via waterkracht elektriciteit wordt opgewekt. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er plannen zijn ontwikkeld - en uitgevoerd - om een getijdencentrale in de Rance te bouwen. Met die centrale wilde men niet alleen elektriciteit opwekken, maar ook moest het project meer inzicht opleveren in de kosten en de milieugevolgen. Een derde getijdencentrale ligt nabij Moermansk in Rusland. Het vermogen daarvan is slechts 0,4 megawatt, nog niet een procent van een gemiddelde Nederlandse elektriciteitscentrale.

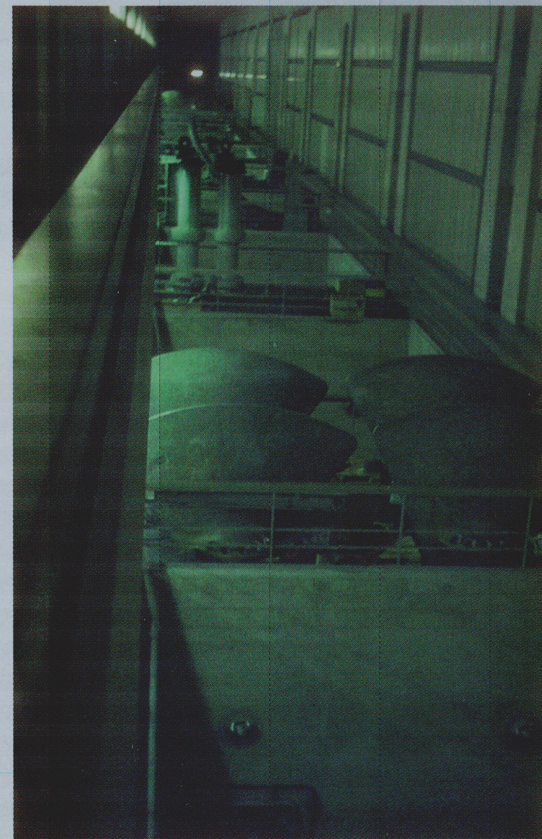

De grote tijverschillen nabij St. Malo zorgen bij eb voor droogvallende haventjes.

300.000 huishoudens

De getijdencentrale in de Rance werd in 1966 gebouwd. De stuwdam, die 760 meter lang is en waarover een tweebaans autoweg loopt (van St. Malo naar Dinard), ligt zo'n drie kilometer landinwaarts. Daarmee is het ontstane stuwmeer van 23 vierkante kilometer weliswaar behoorlijk kleiner dan mogelijk zou zijn geweest, maar daar staat tegenover dat de dam in veel mindere mate blootgesteld is aan de schadelijke golfwerking van de Atlantische Oceaan. Het water passeert bij iedere getijdenbeweging de dam, waarin 24 generatoren met elk een vermogen van tien megawatt zijn opgesteld. Als de centrale buiten gebruik is, bijvoorbeeld bij onderhoudswerkzaamheden, passeert het water via een aantal sluizen. De generatoren zijn alleen in gebruik als het hoogteverschil voldoende is om het water voldoende krachtig te laten vallen. Dat betekent dat ze ongeveer de helft van de tijd in gebruik zijn. De totale capaciteit van 240 megawatt (ongeveer 540 miljoen kilowattuur per jaar) is voldoende om driehonderdduizend huishoudens van elektriciteit te voorzien, waarbij moet worden aangetekend dat de Fransen veel meer elektriciteit gebruiken (ook voor verwarmingsdoeleinden) dan Nederlanders.

Drukst bezochte installatie

De centrale in de Rance is langer in bedrijf gebleven dan in de elektriciteitswereld gebruikelijk is. Conventionele centrales worden na gemiddeld 25 jaar gesloten, omdat ze dan verouderd zijn. Het is goedkoper om met een nieuwe centrale volgens de nieuwste technologieën stroom met een hoger rendement op te wekken. Bij de getijdecentrale in de Rance speelt dit aspect niet. Tot 1997 heeft hij zonder onderbreking gedraaid. Toen is er een 'grote beurt' gestart die circa tien jaar zal duren en ongeveer 160 miljoen gulden zal kosten. Omdat de turbines stuk voor stuk worden vervangen kan de centrale tijdens de grote beurt blijven draaien. Met 400.000 bezoekers per jaar geldt de getijdencentrale in Rance als de meest bezochte technische installatie in Frankrijk. Experts discussiëren over de vraag of de centrale economisch kan concurreren met de andere Franse elektriciteitscentrales omdat de kosten relatief hoog zijn. De hoge kosten zijn deels terug te voeren op het (milieu-)onderzoek dat verricht wordt. Bovendien brengt de voorlichting aan het grote publiek veel kosten met zich mee. Tegenstanders van de getijdencentrale - het milieu in het estuarium is door de aanwezigheid van de centrale veranderd -

Een kijkje binnenin de getijdencentrale.


wijzen er op dat de kosten hoog zijn omdat Frankrijk geen andere getijdencentrales heeft gebouwd. Dit komt doordat Frankrijk niet beschikt over andere locaties die een soortgelijke kans voor getijdenenergie bieden als het estuarium van de Rance, nog afgezien van het feit dat Frankrijk om strategische redenen heeft besloten om een groot deel van zijn elektriciteit met kerncentrales te produceren.

Milieu-invloeden

In Canada is in 1984 een kleine proefcentrale gebouwd in het estuarium van de Annapolis rivier, die uitmondt in de Passamaquoddy Bay, een uitstulping in het zuidelijke deel van de Bay of Fundy (Nova Scotia). De centrale heeft een vermogen van twintig megawatt met een jaarlijkse productie van ongeveer veertig miljoen kilowattuur. Dat had veel meer kunnen zijn, want de gekozen locatie is zeker niet optimaal. Gezien de hoge bouwkosten van een dam is echter opzettelijk gekozen voor een kleinschalig proefproject. Op de plaats van de centrale is het estuarium niet breed en het tijverschil bedraagt 'slechts' 8,7 meter tegen zeventien meter elders in de baai, waar meer opstuwing van het water plaatsvindt. Als gevolg daarvan maakt de centrale slechts spaarzaam gebruik van de aanwezige energie. De watermassa die in de Bay of Fundy wordt verplaatst is namelijk zo'n 117 keer groter dan in het estuarium van de Rance. Theoretisch zou het dus mogelijk zijn om een centrale te bouwen met een capaciteit van minimaal 28.000 megawatt (ongeveer het dubbele van het totale in Nederland door de elektriciteitsbedrijven opgestelde vermogen!). De plannen voor een grote getijdencentrale zijn wel ver uitgewerkt, maar nooit ten uitvoer gebracht. De Canadese overheid staat zeer argwanend tegenover de invloeden die een grote centrale - met een lange dam en een evenredig groot 'stuwmeer' - op het milieu zou kunnen hebben. Mede omdat er vooralsnog in Canada weinig behoefte bestaat aan een sterke uitbreiding van de elektriciteitsproductie staan de plannen voor een 'grote broer' van de huidige proefcentrale voorlopig in de ijskast.

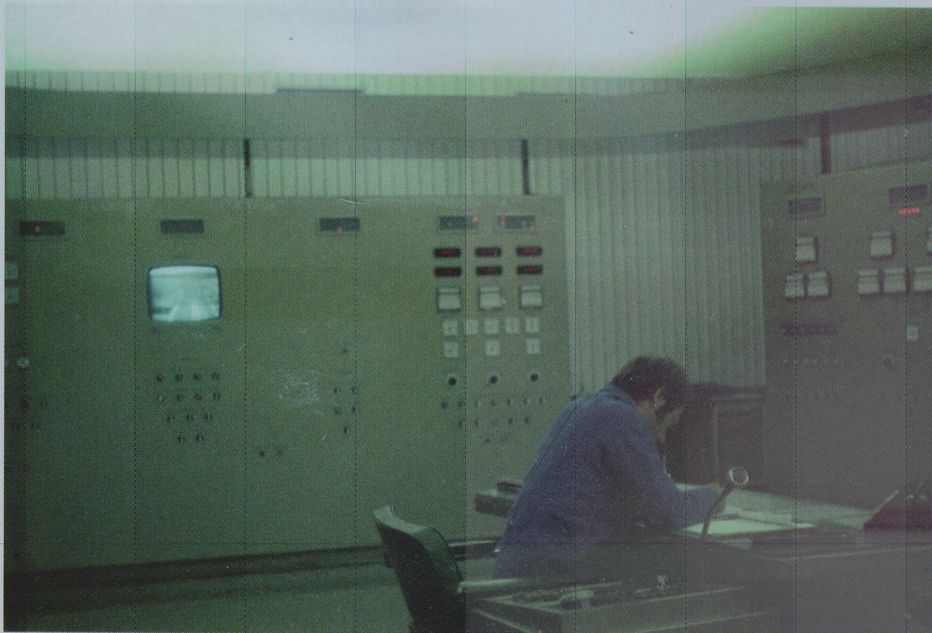
Interessante locaties

De Franse, Canadese en Russische getijdencentrales benutten tezamen nog geen half procent van de zestig gigwatt elektriciteit die wereldwijd met getijdenwerking gegenereerd zou kunnen worden. De belangrijkste belemmeringen om een getijdencentrale te bouwen zijn de eerder genoemde afstand van geschikte locaties tot bevolkingscentra en het scheepvaartverkeer. Een systeem met sluizen voor schepen om de dam te passeren zou, door de optredende waterverliezen, het rendement omlaag brengen en dus kostbaar zijn. En dan is er natuurlijk nog de milieuproblematiek, waarmee men nog maar weinig ervaring heeft. Politici en elektriciteitsbedrijven nemen daarom liever een wat afhoudende houding in.
Toch zijn er ook in andere delen van de wereld gedetailleerde plannen ontwikkeld. Zo zou een getijdencentrale met een capaciteit van omstreeks 1200 megawatt in de Severn, een rivier in West-Engeland, kunnen voorzien in ongeveer tien procent van de Engelse elektriciteitsvraag. Er zit echter geen vaart in de ontwikkeling van die plannen. Datzelfde geldt voor twee andere potentieel interessante plaatsen. In Rusland zijn ooit plannen ontwikkeld om een getijdencentrale te bouwen in een baai van de Witte Zee. Gebrek aan financiën, in combinatie met zeer rijke olie- en gasvoorkomens, is tot nu toe echter spelbreker geweest. En Cook Inlet in Alaska, eveneens technisch interessant, zal pas economisch interessant worden als er meer vraag is naar elektriciteit, bijvoorbeeld van raffinaderijen.

Technologische ontwikkelingen

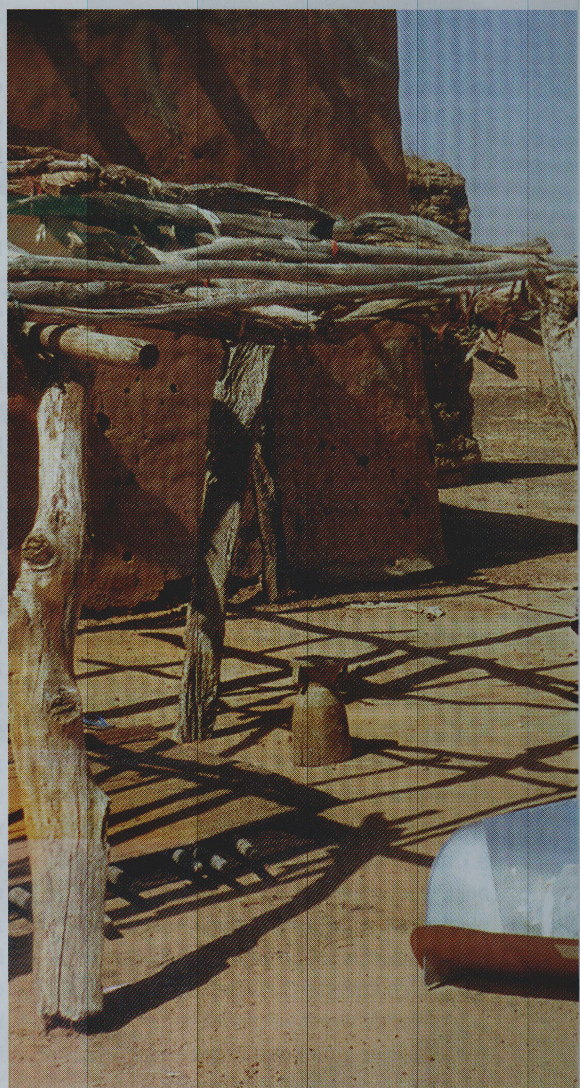
Nieuwe technologische ontwikkelingen zouden uitkomst bieden om energie uit getijden aantrekkelijker te maken. Te denken valt aan ontwikkelingen op het gebied van elektriciteitstransport door gebruikmaking van (nog te ontwikkelen) supergeleidende materialen die ook bij buitentemperaturen hun supergeleidende karakter behouden. Dit zou het mogelijk maken om de opgewekte elektriciteit te transporteren naar de dichterbevolkte zuidrand van Canada of zelfs naar het noordelijk deel van de Verenigde Staten.
Het ziet er echter niet naar uit dat het gebruik van getijdenenergie binnen afzienbare tijd zal toenemen. Stijgende prijzen voor fossiele brandstoffen - in 1998 werd voor het eerst meer olie gewonnen dan er werd opgespoord! - zouden daarin echter wel eens verandering kunnen brengen. ❑

De regelzaal van de getijdencentrale bij St. Malo.



Technisch perfect, maar introductie moeizaam

KOKEN OP ZONNE-ENERGIE



Frieda van Dreven

Van een technisch hoogstandje kun je niet spreken. Integendeel. Een solar cooker is simpel en goedkoop te produceren. Deze milieuvriendelijke zonneoven lijkt uitermate geschikt voor gebruik in tropische ontwikkelingslanden. De massale introductie hapert echter.



Bij de traditionele manier van koken in Afrika staat de pot op drie stenen waartussen een houtvuurtje is aangelegd. (Stichting KoZon)



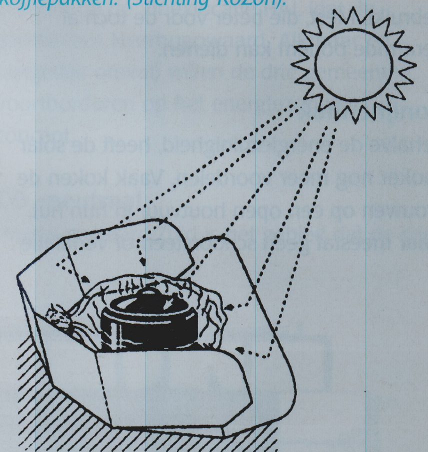
Rondtrekkende mensen in Burkina Faso koken op wat aanwezig is: gedroogde koemest. (Stichting KoZon).





Demonstratie van de goedkope, kartonnen solar cooker in een dorp in Burkina Faso. (Stichting KoZon).

◄ Een CooKit is gemaakt van een vierkante meter karton en is beplakt met aluminiumfolie van verpakkingsmateriaal van sigarettendoosjes of koffiepakken. (Stichting KoZon).



Het bereiden van een warme maaltijd kost energie: warmte van hout, kolen, gas of elektra. In ontwikkelingslanden is deze energie duur, of helemaal niet aanwezig. Zonnewarmte is in de tropen echter wel ruim aanwezig. Koken op zonnestralen is daarom een voor de hand liggende gedachte. Koken op zonne-energie gaat volgens een eenvoudig principe. Namelijk in een kist of doos die de zonnestraling opvangt, met daarin een pan met het te bereiden voedsel.

Prototype

Er bestaan diverse types zonneovens of solar cookers. Het prototype bestaat uit een houten kist met een glazen deksel en daarboven een scherm met reflecterend materiaal (aluminiumfolie), dat zonnestraling weerkaatst. Het glas laat zonlicht (straling met korte golflengte) door. Dit wordt geabsorbeerd door de zwarte, metalen binnenbak van de kist en de zwart geverfde potten en pannen met voedsel. Het glas houdt warmte (infrarode straling met lange golflengte) tegen. Dus de hitte die van de wanden en de pannen komt, verwarmt de lucht in de oven. De temperatuur in de zonneoven kan zelfs in Nederland bij zonnig weer oplopen tot 140-150 °C. Zo wordt het eten langzaam klaar gestoofd of gestoomd. Roeren is niet nodig. Het is zelfs beter de kist niet meer te openen, omdat dan warmte verloren gaat. Het koken in een zonneoven duurt langer dan koken op vuur. Wolken verlagen de kooktemperatuur, zodat de bereiding nog meer tijd vraagt. Maar de zonneoven met het te koken voedsel kan 's morgens zo worden geplaatst, dat aan het eind van de dag de zon erin valt. Zo is het avondeten gelijk klaar met het werk op het land.

Gaar in een paar uur

Besmet water kan in de zonneoven op eenvoudige wijze worden gepasteuriseerd, zonder dat dit extra brandstof kost. Het duurt een uur voor een pan water kookt. Rijst, vis, kip en groenten zijn na één tot twee uur gaar; aardappels, linzen, wortelen, vlees en brood in drie tot vier uur. Ook rundvlees wordt gaar in de solar cooker, maar grote stukken vlees, gedroogde bonen en grote hoeveelheden soep en stoofpot doen er vijf tot acht uur over. Het hoofdvoedsel voor veel Afrikaanse gezinnen, peulvruchten en maïs, kan dus goed worden bereid in de solar cooker. Tijdens het koken wordt de hitte gelijkmatig verdeeld, waardoor het eten niet aanbrandt. Zelfs brood kan er in gebakken worden.

Ontbossing

Momenteel zijn naar schatting zo'n anderhalf tot twee miljoen solar cookers in gebruik, hoofdzakelijk in China en India. Maar de oven is geschikt voor gebruik in alle tropische landen. Zo worden ze verspreid in Azië (Nepal, Sri Lanka) en in Zuid-Amerika. Diverse organisaties hebben introductieprogramma's lopen in Afrika. Enkele duizenden zijn verspreid in Kenya en Zimbabwe. In Kenya koken negen dorpen op zonne-energie. Ook

in Zambia, Namibië, Ethiopië, Burkina Faso en op de Kaap Verdische Eilanden is de introductie begonnen.
Toch ligt er nog een ruime markt voor de solar cooker open. Ruim de helft van de mensen in de wereld bereidt de maaltijden op een hout- of houtskoolvuur. Zo kookt zelfs negentig procent van de bevolking in Burkina Faso op hout. Hout, dat niet altijd voorradig is. Vooral in droge streken moeten vrouwen steeds verder lopen om hout te verzamelen. Of men moet geschikt brandhout voor hoge prijzen kopen. Wanneer de zonneoven op grote schaal gebruikt zou worden, gaat dit de ontbossing tegen. Volgens schattingen van de Verenigde Naties wordt jaarlijks 20.000 tot 25.000 vierkante kilometer tropische bossen gekapt voor brandhout. Door te koken op zonne-energie in plaats van op een houtvuur, kunnen per huishouden jaarlijks twintig bomen van honderd kilo worden bespaard, berekende de Nederlandse uitvinder van de solar cooker. Wanneer er geen hout voorradig is, wordt soms gedroogde koemest gebruikt. Mest, die beter voor de toch al verarmde bodem kan dienen.

Konijnenhok

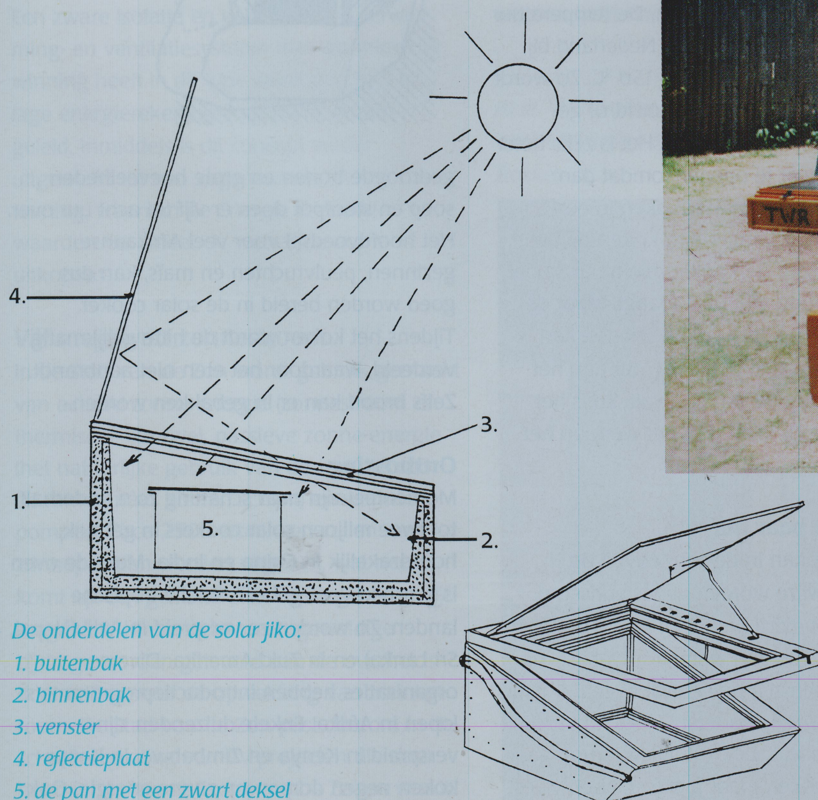
Behalve de energiezuinigheid, heeft de solar cooker nog meer voordelen. Vaak koken de vrouwen op een open houtvuur in hun hut, waar meestal geen schoorsteen of ventilatie aanwezig is. Door de rook in de hut kunnen kinderen long- of oogziekten oplopen. Ook kunnen ze zich branden aan het open vuur. Bovendien ontwikkelt zich bij de verbranding van hout kooldioxide, het bekendste broeikasgas.
Wanneer een zonneoven voor het eerst in een ontwikkelingsland wordt gedemonstreerd, zijn de eerste reacties van de dorpelingen meestal zeer enthousiast. Als buitenlanders de zonneovens gratis weggeven, worden ze niet altijd gebruikt. De zonneovens worden dan opgestookt als brandhout of belanden als konijnenhok achterin de tuin. Want hoewel de verspreiding van de zonneoven in Azië aardig lijkt te verlopen, stagneert die in Afrikaanse landen. Directeur R. Postuma van de evangelische organisatie Trans World Radio: "Het stimuleren van het gebruik van de solar cooker blijkt veel moeilijker dan het technische aspect. Het sociale gedrag rond het traditionele houtvuur moet opeens worden doorbroken. Je kunt het vergelijken met het introduceren van een technisch perfecte fiets: zuinig in gebruik, tien versnellingen, goede verlichting. Maar toch blijven de mensen liever autorijden..."

Sociale functie

Afrikaanse vrouwen zijn eraan gewend te koken op een vuurtje, waarbij ze voortdurend in hun maïspap roeren. Koken heeft voor hen een sociale functie. Dat het veel tijd kost om hout te halen, is voor hen niet zo belangrijk. In Afrikaanse landen beleeft men tijd nu eenmaal anders dan in de westerse maatschappij. Bovendien voelen de dorpelingen zich ook niet verantwoordelijk het wereldmilieuvraagstuk op te lossen en de ontbossing tegen te gaan.
Daarnaast vormen ook de kosten vaak een probleem: de betaling van brandhout kan over een heel jaar worden verspreid, terwijl de solar cooker in een keer moet worden betaald.
Voor het koken op zonne-energie moet het dagelijkse werkplan worden herzien. 's Morgens of vroeg in de middag moet het eten al bereid worden. Ook is door weersomstandigheden het koken op zonnewarmte niet altijd mogelijk. Er kan bewolking of een stofstorm zijn, en in de regentijd moet de zonneoven een paar maanden worden opgeborgen.
Ook in Sri Lanka blijkt de marketing een ingewikkelde kwestie: "Mensen hoeven daar geen uren te lopen voor hout. Er is niet zoveel zon in Sri Lanka, bovendien is men gewend om binnen te koken," vat Arjan Luyer, hoofd Azië van ZOA-vluchtelingenzorg de problemen samen. "Bovendien zijn de solar cookers kwetsbaar, vooral de glasplaat. Mensen zijn niet in staat om die zelf te repareren. Een solar cooker is ook tien maal zo duur als de



Werkingsprincipe solar jiko, solar cooker: De zon schijnt op twee manieren in de afgesloten solar cooker, rechtstreeks door het glas en via de reflectieplaat. Zo wordt de pan met zwart deksel verwarmd. (Stichting BEZA Kansarmenzorg)



De onderdelen van de solar jiko:
1. buitenbak
2. binnenbak
3. venster
4. reflectieplaat
5. de pan met een zwart deksel

De solar cooker met een schuin geplaatst deksel vangt veel zonnestraling op. De temperatuur kan oplopen tot 150 °C. (Werkgroep Solar Cookers)



Vrouw uit Kenya op bezoek in de werkplaats van de Werkgroep Solar Cookers in Sliedrecht. (Werkgroep Solar Cookers).

tegenwoordig veel gebruikte oventjes van aardewerk, die ook zuinig zijn met hout. Het blijft de vraag of de solar cooker commercieel exploiteerbaar is."

Vluchtelingenkampen

Het blijkt dat men zonneovens wel gebruikt, als de behoefte aan alternatieve energiebronnen groot is. Zoals in vluchtelingenkampen. Daar zijn de mensen al losgeslagen van hun traditionele gewoonten en het brandstofgebrek is er enorm. De christelijke hulpverleningsorganisaties Dorkas Hulp Nederland en Trans World Radio hebben zonneovens verspreid in Kakuma, een VN-vluchtelingenkamp in het noorden van Kenya. Zo'n 40.000 vluchtelingen uit de omringende landen verblijven daar al enkele jaren. Ook op de Kaap Verdische Eilanden gaat de introductie uitstekend, vertelt Jan Bloemhof van Beza Kansarmenzorg: "De mensen koken nu op mest en sisalblad, dus de behoefte is aanwezig."

Bij de verspreiding van de solar cooker legt Trans World Radio momenteel het accent op de gewone bevolking in Kenya. Postuma: "De zonneoven is min of meer uitontwikkeld. In de assemblagefabriek in Nairobi zijn wij technisch in staat er vijfduizend per jaar te produceren, maar die willen wij ook op een verantwoorde manier afzetten. Wij zoeken daarom antwoorden op vragen als: bevalt de vorm of de kleur niet? Zijn mensen niet gewend een paar uur vooruit te denken? Of weten zij te weinig van de richting van de zonnestraling? Voorlopig concentreren wij ons daarom alleen op verschillende gebieden en bevolkingsgroepen in Kenya."

Statussymbool

Veel organisaties maken voor de voorlichting over de zonneoven gebruik van ter plaatse opgeleide lokale vrouwen. Zo meent Bloemhof van Beza: "Vooral een goed introductieprogramma is nodig. Dat moet aangepast zijn aan de plaatselijke pannen en gewoonten." Bij de introductie geeft Beza eerst een demonstratie bij een plaatselijke vrouwengroep, waar traditionele gerechten worden bereid en geproefd. Daarna worden veertien vrouwen uitgenodigd om de zesdaagse gratis cursus te volgen. Behalve over het gebruik van de zonneoven wordt ook informatie gegeven over volwaardige voeding en hoe zij de kennis in hun eigen dorp kunnen overdragen. Toch valt de massale introductie niet mee. "Vooral mensen met geld willen de zonneoven kopen. Zij zien de oven als statussymbool. Terwijl de zonneoven juist bedoeld is voor de armste bevolkingsgroep," zegt Bloemhof.

Ook de stichting KoZon werkt met lokale voorlichters. Twee jaar geleden kregen twintig vrouwen in Burkina Faso een kartonnen CooKit om uit te proberen. Wietske Jongbloed: "Met deze vrouwen gaan we nu driehonderd in Nederland geproduceerde zonnedozen verspreiden. Zij krijgen daarvoor een vergoeding, want ze zijn hiervoor de hele dag van huis. Met een ezelskar trekken we samen langs de dorpen." Jongbloed verwacht dat de vrouwen het als een groot voordeel zien dat zij in de CooKit drinkwater voor baby's kunnen pasteuriseren, zodat zij geen water in flessen hoeven te kopen. ❑

Solar cookers in soorten en maten

De eerste zonneoven stamt al uit de achttiende eeuw en is beschreven door een Zwitser, Nicholas de Saussure. Pas vanaf 1970 werd de uitvinding op grotere schaal getest. In 1986 kreeg de solar cooker een officieel tintje. Toen werd in Sacramento, Californië, de Solar Cookers International (SCI) opgericht. Deze stichting laat onderzoek uitvoeren op nieuwe modellen, verspreidt informatie en propageert de oven in binnen- en buitenland.

Jan Dierkx uit Ermelo, een gepensioneerd directeur van een kindertehuis, experimenteerde twaalf jaar lang met verschillende prototypes van de solar cooker, omdat hij iets wilde bijdragen aan de problemen met brandhout in Afrikaanse landen. Begin jaren negentig reisde hij naar Ghana om zijn solar cooker ter plekke te proberen. Door het schuin geplaatste deksel van dubbel glas heeft dit type een hoge warmteopbrengst. Vrijwilligers van de werkgroep Solar Cookers van de Kringloopwinkel uit Sliedrecht maakten honderd exemplaren van dit model met goedkope en tweedehands materialen. De prijs van deze zonneoven is ongeveer honderdvijftig gulden. De werkgroep gaf deze evenwel gratis mee aan ontwikkelingswerkers, zendelingen en missionarissen, die de kisten konden introduceren in ontwikkelingslanden. Nog steeds ontvangt Arie de Ruiter, voorzitter van de Sliedrechtse werkgroep en in het dagelijks leven bakker, brieven met vragen uit tal van ontwikkelingslanden. De Ruiter: "Mijn ideaal is dat de productie ter plaatse wordt gedaan. Maar tot nu toe gaat dat zeer moeizaam." De Stichting ZOA-Vluchtelingenzorg probeert dit model af te zetten in Sri Lanka.

Een verbeterde versie van dit model, met een plat deksel, wordt door zendingsorganisatie Trans World Radio uit Voorthuizen verspreid in Kenya. Een assemblagefabriek in Nairobi levert de ovens als bouwpakket, zodat ze makkelijk te transporteren zijn. Ze worden gemaakt met lokale grondstoffen. De metalen binnenbak bestaat bijvoorbeeld uit platen afkomstig uit de offsetdruk. In lokale werkplaatsen wordt de solar cooker verder afgemaakt.

De Stichting KoZon levert een goedkope zonneoven, die tijdens de regentijd van drie maanden makkelijk binnenshuis is op te bergen. In 1996 ontwierp de Fransman Roger Bernard samen met onderzoekers van Solar Cookers International de CooKit. Gemaakt van een vierkante meter karton beplakt met aluminiumfolie van bijvoorbeeld de verpakking van sigaretten of koffie. Een hittebestendige plastic zak van polypropyleen om de pan vervangt het glas. De CooKit kost fl 3,75 en is opvouwbaar tot een plat pakje van 35x32 cm dat in een linnen draagtas past. De maximum temperatuur wordt 110 °C tot 120 °C. In Nederland kan er zelfs cake in worden gebakken. Misschien kan de relatief dure plastic zak straks worden vervangen door een goedkopere zak.

LICHTPUNTJE VOOR AFRIK

René Severens en Henry de Gooijer

In onze westerse wereld staan we niet stil bij het gebruik van elektriciteit. Het komt zó uit het stopcontact. In veel zuidelijke landen, vooral op het platteland, branden lampen op luidruchtige dieselgeneratoren, wegwerpbatterijen of petroleum. Terwijl het rond de evenaar twaalf uur per etmaal donker is! Ook voor scholen in Afrika is het gebrek aan een betrouwbare elektriciteitsbron een groot probleem. Een zonnestroomsysteem biedt uitkomst.

Het trekken van elektriciteitskabels naar de vele afgelegen dorpen in zuidelijke landen is duur. In die gebieden is een lokale, autonome energievoorziening een betere oplossing. Bijvoorbeeld met zonne-energie. Met behulp van zonnepanelen worden accu's opgeladen. Zulke systemen bevatten geen bewegende delen en zijn schoon, stil en behoeven weinig onderhoud.

Inmiddels is er al ruim vijftien jaar ervaring mee opgedaan in tal van demonstratieprojecten, met vaak positieve resultaten. Zonnestroomsystemen blijken betrouwbaar te zijn en lang mee te gaan. Het eenvoudigste voorbeeld van een zonnestroomsysteem is het 'Solar Home System'. Een gezin heeft hierop 's avonds een paar uur verlichting en kan TV kijken of naar de radio luisteren.

De maandelijkse kosten van zonnestroom zijn vergelijkbaar met de huidige energiekosten aan petroleum, batterijen etc. De investeringskosten van zonnestroom zijn echter erg hoog. Driekwart van de plattelandsbevolking kan dat niet opbrengen, zelfs niet door middel van een lening. Voor deze groep zijn aanvullende maatregelen nodig.

Accu's

De opgewekte stroom wordt tijdelijk opgeslagen in een accu. Hiervoor worden andere accu's gebruikt dan in de auto-industrie. Ze onderscheiden zich van auto-accu's door dikkere loodplaten. Deze typen accu's zijn beter bestand tegen diepe ontladingen die in de praktijk af en toe optreden. Omdat accu's niet te diep mogen ontladen, wordt als vuistregel de capaciteit van de accu twee keer groter gekozen dan de te verwachten behoefte. Wil men daarbovenop de mogelijkheid hebben enkele donkere, opbrengstloze dagen te overbruggen, dan moet de accu een nog grotere capaciteit krijgen.

De laadregelaar

De accu is het meest kwetsbare onderdeel van het systeem. Verkeerd gebruik van de accu betekent een voortijdig einde. Je kunt dit voorkomen door het laden en ontladen met een laadregelaar te regelen. De twee taken van de regelaar zijn het afschakelen van de zonnepanelen als de accu vol is, en het afschakelen van de elektrische apparaten als de accu te diep wordt ontladen.

Een rekenvoorbeeld. Een school in het Bungoma-district in West-Kenia wil verlichting, radio en televisie op basis van een zonnestroomsysteem installeren. Het verbruik van de school wordt geschat op een kleine 2 kWh per dag. De instraling in de donkerste periode van het jaar, juli, is ongeveer vier zonuren per dag. De zonnepanelen moeten dus een vermogen van 2000/4 = 500 Wp hebben. De accu's moeten geschikt zijn om tenminste drie 'donkere dagen' te overbruggen, en worden



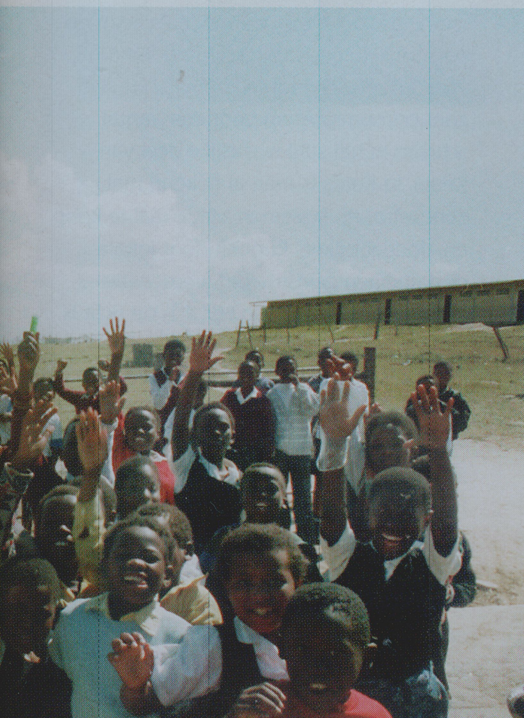


Een 'zonnige' toekomst voor deze kinderen nu hun school, rechts, voorzien is van schone elektriciteit met een zonnestroomsysteem voor Afrikaanse scholen. Links: de opgewekte elektriciteit wordt in een aantal accu's opgeslagen. Foto's: H. de Gooijer

AANSE SCHOLEN

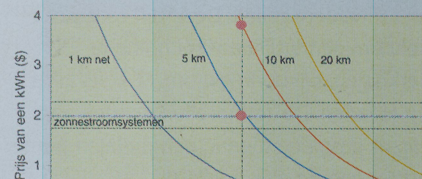
nooit voor meer dan de helft ontladen. Hun capaciteit is dan 2 kWh/dag ´3 dagen ´2 = 12 kWh. Zo'n zonnestroomsysteem kost ongeveer ƒ 15.000 : ƒ 7.500 voor de zonnepanelen, ƒ 3.000 voor de accu, en het restant voor de accukast, de laadregelaar, de verlichtingsarmaturen en voor installatie. ❑







Vergelijking van de kosten van zonnestroom met de kosten die gepaard gaan met het uitbreiden van het openbare net. Een dorpsgemeenschap met een behoefte van 10 kWh per dag op 10 km afstand van het elektriciteitsnet, is de helft goedkoper uit met zonnestroom.

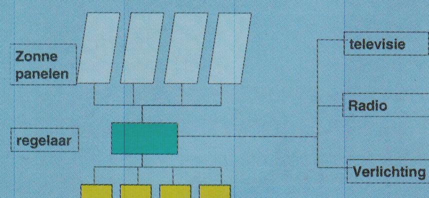


Zonnestroom is in zuidelijke landen al snel goedkoper dan het leggen van een kabel. In westerse landen verbruikt een huishouden al snel enkele kilowatturen per dag. Een eenvoudig huishouden in een ontwikkelingsland verbruikt hiervan een fractie. Met een paar uur licht per dag en een paar uur radio en televisie, wordt veel minder dan een kilowattuur per dag gebruikt.

Het zonnestroomsysteem

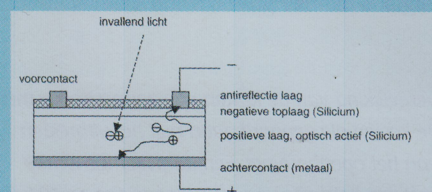
Een zonnestroomsysteem bestaat uit zonnepanelen, accu's, en een laadregelaar.

Figuur: schematische afbeelding van het zonnestroomsysteem: eenvoudig en daarom geschikt om in zuidelijke landen toe te passen



Zonnepanelen

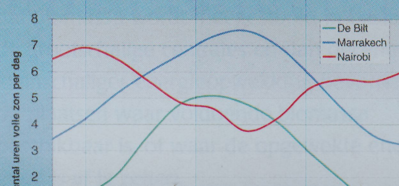
Een zonnepaneel bevat meerdere zonnecellen. Vaak zijn dit blauwe of zwarte schijfjes kristallijn silicium. Het silicium zet licht om in elektrische lading. De bovenkant van het schijfje is met een fosforverbinding behandeld. Hierdoor gedraagt het zich als een diode, en kan de elektrische lading naar de elektrische contacten toe worden getransporteerd. Elke cel levert een spanning van bijna 0,5 Volt.



Dwarsdoorsnede van een zonnecel.

In de praktijk kennen we zonnepanelen met meerdere cellen. Deze zijn zo geschakeld om een bruikbare spanning te verkrijgen, bijvoorbeeld om 12 Volts accu's op te laden. De zonnecellen worden aan elkaar gesoldeerd en in een metalen frame achter gehard glas ingelijst.
De opbrengst van het zonnepaneel wordt uitgedrukt in het aantal Watt-piek (Wp). Dit is het vermogen dat onder 'standaard' zonneschijn wordt geleverd. Deze internationale standaard lijkt veel op de instraling van de zon op een heldere julidag in Nederland. Een kristallijn silicium zonnepaneel van een vierkante meter levert ongeveer 100 Wp. De dagelijkse opbrengst wordt berekend door dit getal te vermenigvuldigen met het aantal uren volle zon per dag. Dit aantal is een rekeneenheid om de hoeveelheid licht per dag uit te drukken, want diffuus licht dat in een licht-bewolkt klimaat domineert, draagt ook bij aan de opbrengst van de zonnepanelen. De zon hoeft dus niet te schijnen om toch een uur volle zon in te vangen. Het duurt dan natuurlijk wel langer dan een uur.

Gemiddeld aantal uren volle zon op drie locaties: De Bilt (Nederland); Marrakech (Marokko) en Nairobi (Kenia).

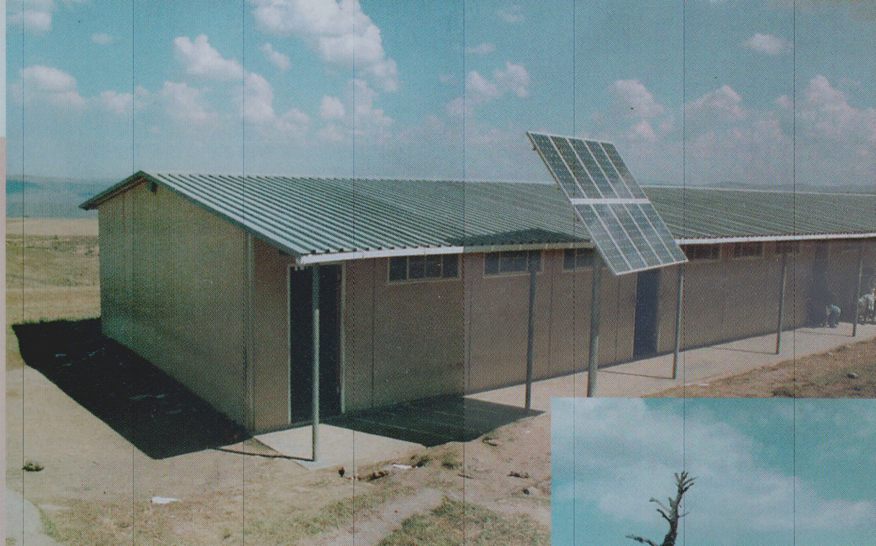


De jaarlijkse zonne-instraling is in landen als Marokko of Kenia ongeveer een factor twee hoger dan in Nederland.}

Tegenwoordig bestaan er ook zonnepanelen van een dun laagje amorf silicium, met een dikte van minder dan één micrometer. Het rendement van dit type cellen is op dit moment ongeveer de helft van dat van kristallijn silicium. Het voordeel van deze stof is dat het machinaal wordt opgedampt. Hierdoor is het goedkoper, ook al is er vanwege het lagere rendement een groter oppervlak nodig om dezelfde opbrengst te verkrijgen.

Activiteiten Pico Sol

Stichting Pico Sol wil bijdragen aan het verkleinen van het financieringsprobleem voor zonnestroomsystemen voor individuele scholen, plattelandsziekenhuisjes en dorpshuizen in Afrika. Nederlandse donateurs, de Pico Sol Partners, dragen financieel bij aan de realisatie van kleinschalige projecten. De technische realisatie ligt in handen van betrouwbare lokale deskundigen, waarmee Pico Sol op persoonlijke basis contacten onderhoudt.
Pico Sol zet zich momenteel in voor een zonnestroomsysteem voor een aantal scholen in het zuid-westelijke deel van Kenia. In Kenia is men al bekend met zonnestroom: systemen zijn lokaal te koop en eindgebruikers kunnen door lokale deskundigen geïnstrueerd worden. De eerste school waar Pico Sol zich op richt is de middelbare school 'Kabuyefwe School'. Deze kostschool bevindt zich in Weonia Village, in de Kittinini Division van het West-Keniaanse district Transnzoia. De school, met een staf van zestig docenten, biedt onderdak aan bijna achthonderd jongens en meisjes, die van 's ochtends vijf uur tot 's avonds half tien in een van de twintig klaslokalen verblijven. Elektriciteit is er niet: het elektriciteitsnet ligt maar liefst achttien kilometer verderop.
Bernard Osawa, zonne-energieconsultant in Nairobi en contactpersoon voor Pico Sol, becijferde dat voor goede verlichting een zonnestroomsysteem van 720 Wp panelen met accu's met een capaciteit van 22 kWh nodig is. Maar de ouders van de scholieren kunnen al nauwelijks het schoolgeld betalen. Pico Sol wil zich inzetten om een deel van de benodigde fondsen bij elkaar te brengen. Zodra het geld beschikbaar is, kan Henry Watitwa, installateur van zonnestroomsystemen in West-Kenia, aan de slag. Op een goede gang van zaken wordt vervolgens toegezien door de Nederlander Michel Philippens, die les geeft aan een school in het aangrenzende Bungoma district.







Pico Sol Partner

Pico Sol is een kleine vrijwilligersorganisatie die zich actief inzet voor lokale duurzame ontwikkeling in zuidelijke landen. De stichting wordt gerund door vrijwilligers die zich in hun dagelijkse werk met allerlei aspecten van zonne-energie bezighouden: Edith Molenbroek, Henry de Gooijer, Angèle Reinders, René Severens, Bernd Stannowski en Olaf Sloot.
Voor meer informatie kunt u schrijven naar: Stichting Pico Sol, Tannhauserdreef 376, 3561 HV Utrecht. E-mailadres: picosol@hotmail.com.

Ook u kunt bijdragen aan duurzame ontwikkeling in zuidelijke landen, door Pico Sol te steunen. Donaties op giro 1645 zijn te allen tijde welkom. Vanaf een bijdrage van ƒ 25 wordt u als Pico Sol Partner via nieuwsbrieven op de hoogte gehouden. Giften komen in aanmerking voor belastingaftrek. Scholen en ziekenhuizen in Nederland hebben de mogelijkheid een zonnestroomsysteem op een school of ziekenhuis in het buitenland te 'adopteren'.
Word ook Pico Sol Partner!

Massaproductie maakt goedkoper

Annemieke van Roekel



zonnepanelen

Een derde van de wereldbevolking heeft geen beschikking over elektriciteit. Ontwikkelingslanden zijn daarom een belangrijke afzetmarkt voor zonnepanelen. Door massa-productie kunnen zonnepanelen voor de Nederlandse thuismarkt bovendien een stuk goedkoper worden.



Enkele jaren geleden presenteerde Stichting Natuur en Milieu een actieplan om de productie van zonnepanelen in Nederland op te voeren en de systemen te gaan exporteren naar onder andere Afrika. De milieu-organisatie had daarvoor uiteenlopende partijen, zoals banken, zonnecelproducenten, onderzoeksinstellingen en de ministeries van Economische Zaken en Ontwikkelingssamenwerking om de tafel gekregen. Bij een seriematige productie zouden de zonnepanelen zo goedkoop worden dat het prijstechnisch ook voor Nederlandse bedrijven en particulieren interessanter wordt een zonnepaneel aan te schaffen. Want de prijs van zonnepanelen ligt nog zo hoog dat deze duurzame energievorm nog niet rendabel is. Windenergie bijvoorbeeld is stukken goedkoper. Massaproductie is een manier om de prijs van zonnepanelen te verlagen. Ook zijn producenten met het oog op kostprijsverlaging voortdurend op zoek zijn naar technische verbeteringen van het productieproces. Grote zonnecelproducenten en wetenschappelijke instellingen investeren veel geld in PV-technologie (PV staat voor photo-voltaïsch: zonlicht wordt door middel

In december 1980 werd op Sicilië een door de Duitse onderneming MBB ontworpen en gebouwde zonnecentrale in gebruik genomen. Het vermogen bedraagt 1 MegaWatt.

Het brengen van zonnetechnologie naar ontwikkelingslanden is grotendeels een vorm van 'milieuvriendelijke armoedebestrijding'. Foto: ECN



van zonnecellen omgezet in stroom). De PV-technologie wordt immers als dé technologie van de toekomst gezien.

Geen elektriciteitsnet

Het Nederlandse bedrijfsleven ziet ontwikkelingslanden als belangrijk potentieel exportdoel. Wereldwijd zijn twee miljard mensen - een derde van de wereldbevolking - verstoken van elektriciteit. Zaken doen en 'goed doen' kan hier dus samen gaan. Veel huishoudens in de rurale gebieden van de ontwikkelingslanden zijn niet aangesloten op het elektriciteitsnet omdat het voor de overheden vaak te kostbaar is om in de plattelandsgebieden een elektriciteitsnet aan te leggen. De afstanden zijn groot en het gebied is dun bevolkt. Het brengen van zonnetechnologie naar ontwikkelingslanden is grotendeels een vorm van 'milieuvriendelijke armoedebestrijding'. Verlichting gebeurt nu meestal met kaarsen of lampen met brandstoffen als paraffine, kerosine of petroleum, en hier gebeuren regelmatig ongelukken mee (zie Mens & Wetenschap 1999/1). Traditionele bio-brandstoffen als oogstafval en gedroogde mest is vanwege de rookontwikkeling schadelijk voor de gezondheid en het gebruik van sprokkelhout leidt tot ontbossing. Batterijen leveren een afvalprobleem en zijn bovendien duur. Zonnecelsystemen bieden een geschikt alternatief: zij leveren schone energie, zijn veilig, onderhoudsvrij, gaan tientallen jaren mee en in de ontwikkelingslanden schijnt de zon in overvloed. Met zonnecelsystemen wordt overdag een accu opgeladen, zodat 's avonds elektriciteit beschikbaar is.

Nederlandse bedrijven actief

Het grootste deel van de productie van zonnecellen vindt plaats in de Verenigde Staten en Japan. In Europa zijn Duitsland, Frankrijk, Italië en Spanje de belangrijkste producerende landen. De Nederlandse producent van zonnecellen, Shell Solar Energy B.V., produceerde in 1998 circa een miljoen zonnecellen, wat neerkomt op circa twee megawattpiek (een megawattpiek (1 MWp) geeft aan dat het zonnecelsysteem maximaal een megawatt oftewel duizend kilowatt kan opwekken). Daarnaast worden bij het in Helmond gevestigde bedrijf uit het buitenland (onder meer uit Frankrijk) geïmporteerde zonnecellen geassembleerd tot zonnepanelen. Shell Solar is in een groot aantal derdewereldlanden actief zoals in Zuid-Afrika, Indonesië, India, Sri Lanka, Filippijnen, Brazilië en Bolivia. Tienduizenden huishoudens zijn hier voorzien van Solar Home Systems, bestaande uit een zonnepaneel, een accu, een regelaar en energiezuinige verlichting. In Zimbabwe en Zambia zijn gezondheidscentra met zonnecelsystemen uitgerust en in Zaïre wordt PV toegepast voor telecommunicatieprojecten. In Suriname zijn in een aantal afgelegen dorpen enkele honderden huishoudens voorzien van een zonnecelsysteem. Shell Solar zorgt ook voor recycling van batterijen en studeert op betere inzamelsystemen. In 1998 werd een kwart van de zonnecelsystemen naar ontwikkelingslanden geëxporteerd. Ook





In afgelegen gebieden, zoals op de Anacapa-eilanden ten westen van Los Angeles, wordt zonnestroom zelfs voor de vuurtoren gebruikt. Foto: Annemieke van Roekel



De zonnecel

Een zonnecel is opgebouwd uit halfgeleidende materialen, meestal silicium, die het licht dat erop valt in elektriciteit kunnen omzetten. Zonlicht bestaat uit alle kleuren van het spectrum. Alle kleuren samen zien wij als wit licht. Iedere kleur heeft een eigen energie: blauw licht is het meest energierijk, rood licht het minst. In deze uitleg nemen we voor het gemak even aan dat zonlicht slechts uit blauw, groen en rood bestaat.
Een 'gewone' zonnecel kan slechts één enkele kleur licht uit het spectrum omzetten in elektriciteit. Wanneer bijvoorbeeld alleen groen licht geschikt is voor elektriciteitsproductie, wordt het blauwe -energierijkere- licht grotendeels in onbruikbare warmte omgezet. Het rode licht heeft voor deze cel te weinig energie en wordt doorgelaten,zodat ook deze energie verloren gaat. Zo zijn er ook cellen die alleen voor blauw of alleen voor rood licht geschikt zijn.
Het rendement van een zonnecel zal dus hoger zijn wanneer we meerdere kleuren tegelijk voor de elektriciteitsproduktie zouden kunnen gebruiken. Met een meerlagencel kan dit worden bereikt. Hierbij zijn enkele deelcellen op elkaar gestapeld. Iedere deelcel wordt van andere halfgeleiders gemaakt en zet een andere kleur licht om in elektriciteit. De bovenste deelcel zet blauw licht om en laat de overige kleuren door. De middelste absorbeert groen licht en laat het rode door. Dit laatste wordt in de onderste deelcel benut.



Een praktische en vooral schone aandrijving van de motor van een waterpomp door middel van zonnecellen. Foto: ACS

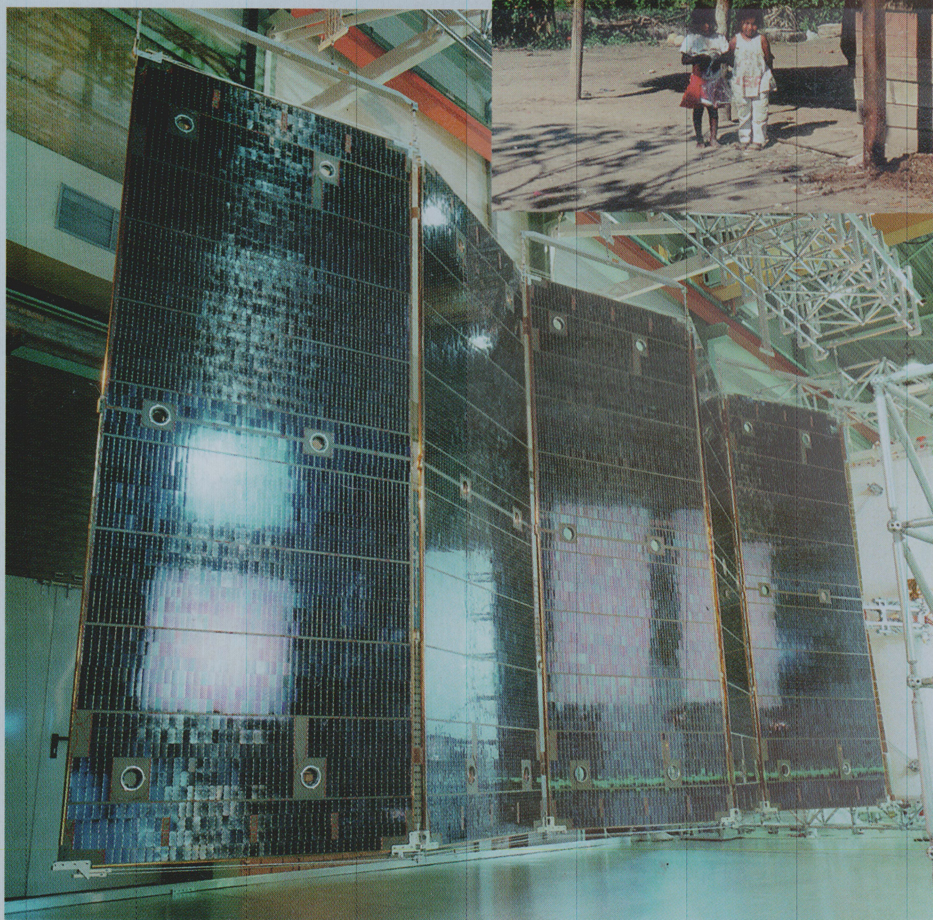
andere Nederlandse bedrijven zijn actief met zonne-energieprojecten in de derde wereld. Zo bereidt het energiebedrijf NUON in samenwerking met een Frans energiebedrijf momenteel een project voor om de plattelandsbevolking in Mali van zonnestroom te voorzien.

Grote spelers

Tot begin dit jaar was Siemens Solar 's werelds grootste zonnecelfabrikant. Deze plaats is nu ingenomen door BP/Solarex (voortgekomen uit een fusie tussen British Petroleum (BP) en het Amerikaanse Solarex). Siemens Solar produceert tachtig procent in Californië (Silicon Valley) door de aanwezigheid van een goede kwaliteit silicium, de grondstof voor zonnecellen. Onlangs heeft het bedrijf in India een grote productielijn geopend. Ook verkoopt Siemens Solar veel zonnecelsystemen aan ontwikkelingslanden voor diverse toepassingen zoals verlichting, telecommunicatie en waterpompen, met name aan Afrikaanse landen bezuiden de Sahara, Zuid-Amerika waaronder Brazilië en het Verre Oosten zoals India, Sri Lanka, Vietnam en Thailand. Siemens Solar heeft twintig procent (dertig megawat) van de wereldproductie (150 MW) van zonnepanelen in handen. Ook veel Japanse bedrijven beogen een grote speler in het veld van de zonnecelproductie te worden. Shell Solar mikt op tien procent van de wereldproductie in 2005. Dit najaar opent de Nederlands-Britse multinational een tweede fabriek in Duitsland, waar jaarlijks tien megawatt aan zonnecellen van de banden moet gaan rollen, met de mogelijkheid tot uitbreiding naar 25 megawatt.

In Bolivia wordt de plattelandsbevolking in de omgeving van Santa Cruz voorzien van zonnestroom. Foto: Shell Solar Energy B.V.

De ruimtevaartindustrie levert een belangrijke bijdrage aan het onderzoek van zonnecellen en -panelen. Foto: Fokker Space



Wie zal dat betalen?

Een probleem van een grootschalige introductie van zonne-energie in ontwikkelingslanden is de financiële draagkracht van de mensen. Ze zijn meestal net in staat om iedere week voldoende geld op tafel te leggen om paraffine of diesel te kopen. De stap naar een eenmalige investering in een PV-systeem, die meer dan duizend gulden bedraagt, is vaak te groot. Nu wordt nog vooral uitsluitend de 'elite' van de samenleving bereikt. Financieringssystemen 'op maat' zijn noodzakelijk om ook het armere deel van de bevolking te bereiken. Dit probleem is inmiddels erkend door de Wereldbank. Veel bedrijven die PV-technologie verkopen aan ontwikkelingslanden leveren daarom een geschikt financieringssysteem mee. Ook onderhoud vormt een belangrijke voorwaarde voor een geslaagd project. Shell Solar heeft samen met Eskom, de energiemaatschappij in Zuid-Afrika, een grootschalig commercieel project opgezet waarbij de systemen tegen een 'fee for service' worden verkocht. Shell Solar/Eskom blijven eigenaar van de systemen en zorgen voor het onderhoud.

Westerse bedrijven maken vaak gebruik van lokale handelaren, mensen die de samenleving goed kennen, er ook een centje aan kunnen verdienen en ervoor kunnen zorgen dat onderhoud en onderdelen op voldoende plaatsen beschikbaar zijn. Wat logistiek

betreft kunnen de westerse bedrijven overigens nog heel wat leren van Heineken en Coca Cola.

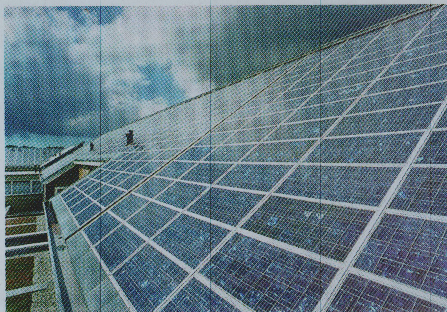
Eeuw van de zon

Sommigen Nederlandse politici zijn van mening dat het creëren van duurzame energievoorzieningen in de derde wereld betekent dat de verantwoordelijkheid om in eigen land op een schone manier energie op te wekken wordt afgeschoven. Als het aan Greenpeace ligt wordt ook voor Nederland de 21e eeuw 'de eeuw van de zon'. Met het Solaris-project wil de milieu-organisatie bereiken dat in het jaar 2000 honderdduizend Nederlanders een zonnepaneel op het dak hebben liggen. Volgens Greenpeace zijn zoveel mensen hiertoe bereid, mits de panelen niet meer dan duizend gulden kosten. Greenpeace heeft tot nu toe 15.000 aanmeldingen van geïnteresseerde particulieren gehad. De panelen kunnen met een gewone stekker aan het lichtnet worden gekoppeld en leveren zo energie aan het net. Een paneel van een vierkante meter levert circa 80 kWh. Hiermee kan circa vier procent van het jaarverbruik van een gezin worden gedekt.

Onlangs liet Greenpeace door adviesbureau KPMG berekenen dat de huidige anderhalve gulden die een kilowattuur zonnestroom momenteel bruto kost, aanzienlijk omlaag kan worden gebracht tot een concurrerende prijs van circa dertig cent. Dit zou mogelijk zijn als jaarlijks zeven miljoen panelen worden afgezet (500 megawatt). Alle daken van nieuwe en te renoveren gebouwen moeten hiervoor in dat geval beschikbaar komen. Volgens de milieu-organisatie en het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) is de techniek beschikbaar en bevinden we ons momenteel in een 'kip-ei' situatie: zonnepanelen zijn duur en daarom blijft de markt klein.

'... maar begin bij jezelf'

De actie waarmee Greenpeace een doorbraak in de toepassing van zonnestroom in Nederland wil forceren staat los van de diverse projecten van energiebedrijven die in nieuwbouwwijken worden gerealiseerd, zoals in Amersfoort (1 megwatt-project in Nieuwland), Apeldoorn en Heerhugowaard (Stad van de Zon, zie artikel elders in dit nummer). De overheid heeft te kennen gegeven dat in het jaar 2020 tien procent van de energie in Nederland op duurzaam wijze moet worden opgewekt. Maar energiedeskundigen vinden dit streefgetal niet haalbaar en verwachten dat niet meer dan vijf procent reëel is.



Volgens Greenpeace kan de prijs van zonnestroom aanzienlijk omlaag als jaarlijks in ons land zeven miljoen panelen (500 megawatt) worden afgezet. Foto: Novem/Riesjard Schropp



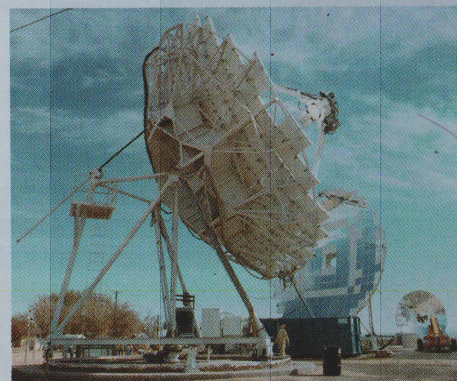
Greenpeace en energiebedrijf ENW installeren de eerste zonnepanelen in het kader van het Solarisproject. Foto: Greenpeace



Veel huishoudens op het Afrikaanse platteland zijn niet aangesloten op het elektriciteitsnet. Foto: Shell Solar Energy B.V.

Uitgaande van de doelstelling zal de bijdrage van zonnestroom in 2010 250 megawatt zijn. Hiervoor zijn ruim twee miljoen vierkante meter PV-cellen nodig, wat neerkomt op enkele honderdduizenden gebouwen waarvan de daken en gevels bekleed kunnen worden. Het is dan ook niet zo vreemd dat sommige fabrikanten zich al toeleggen op esthetische aspecten als kleur en vorm. Inmiddels zijn er al zonnecellen in de vorm van dakpannen te koop in de kleuren groen en rood, een variatie op de bekende blauwe panelen. Nadeel is wel dat het rendement hierdoor verslechtert. Maar om een grote acceptatie onder Nederlandse consumenten te creëren zal uiteindelijk het uiterlijk van de panelen en de inpassing in de architectuur geen onbelangrijke rol spelen. ❑

JPL en NASA ontwikkelden reeds in de jaren '70 diverse systemen voor het opwekken van zonne-energie voor industriële en huishoudelijke doeleinden. Foto: JPL



Annemieke van Roekel

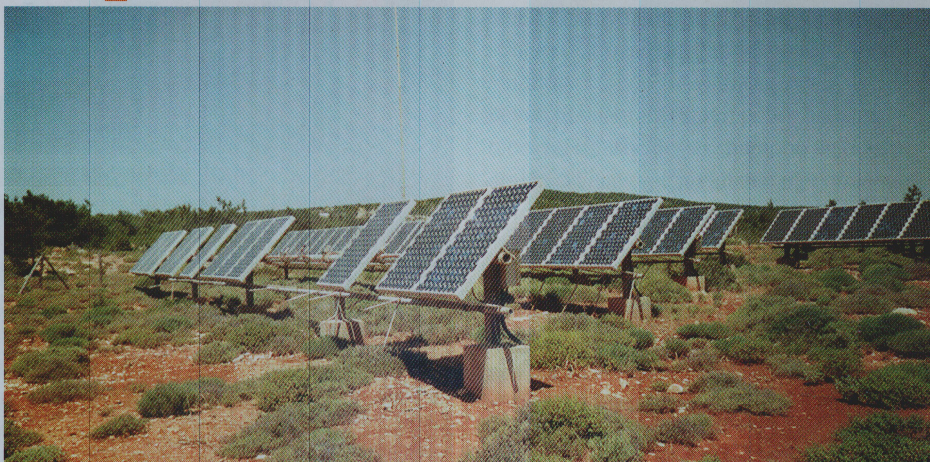
Autonoom op een Grieks eiland

Op het Griekse eiland Gavdos, gelegen ten zuiden van Kreta in de Libische zee, staat een kleine autonome zonnecentrale van 20 kilowatt. Het project - dat door de Europese Unie en producent Siemens Solar werd gefinancierd - moest technische en economische gegevens opleveren voor de productie en export van zonnecellen naar Arabische landen. Met het project wilde men ook de leefomstandigheden van de bewoners verbeteren.

Het systeem voorziet twee van de vier dorpen op het eiland van elektriciteit. Voor de opslag van de elektriciteit wordt gebruik gemaakt van een loodzuuraccu. Behalve de zonnecentrale zijn op het eiland veel autonome zonnepanelen geplaatst bij de huizen in de afgelegen dorpjes.

De weersomstandigheden op dit meest zuidelijke eiland van Europa (op de Canarische eilanden na) zijn optimaal voor zonne-energie. Met de verandering van de stand van de zon gedurende het jaar wordt ook de hoek van de panelen aangepast aan de meest optimale zoninval.

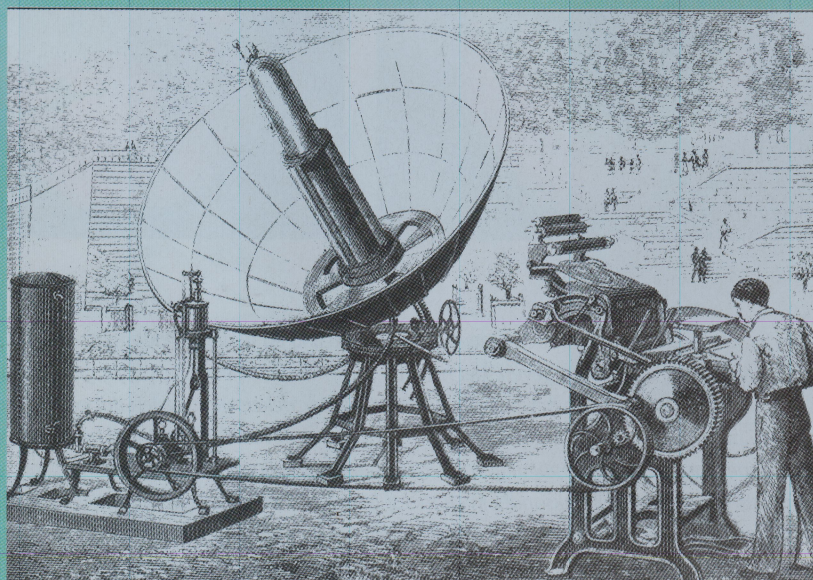
In afgelegen gebieden, zoals op dit eiland, is zonne-energie een goed alternatief voor elektriciteitsopwekking door middel van dieselgeneratoren en fossiele brandstoffen: het is schoon, veilig, stil en onderhoudsvrij en gaat lang mee. ❑



De zonnecentrale van 20 kW voorziet twee dorpen van elektriciteit. Foto's van de auteur.

In de meer afgelegen dorpen zijn autonome zonnepanelen geplaatst.





Zonne-energie: hoezo nieuw?

In het (wetenschappelijk) tijdschrift Nature van 21 september 1882 (dus 117 jaar geleden) werd een drukpers getoond die werd aangedreven door een stoommachine waarvan de stoom werd geproduceerd door zonnewarmte. Deze illustratie toont de demonstratie in Parijs in dat jaar. Bij die gelegenheid drukte de aangedreven drukpers in ruim vier uur tijds 2000 exemplaren van de speciale editie 'Soleil Journal'.

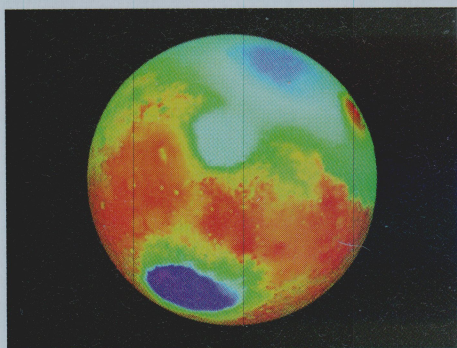
De zonneschotel had een diameter van 3,5 meter. In het brandpunt was een boiler geplaatst waarin het water door de zonnewarmte werd verhit. De stoom werd vervolgens naar de ketel (links) geleid en zette via een zuiger een aandrijfwiel in beweging. Deze dreef via een drijfriem de drukpers (rechts) aan.

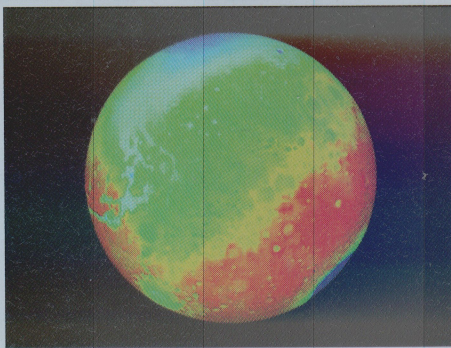
Huub Eggen

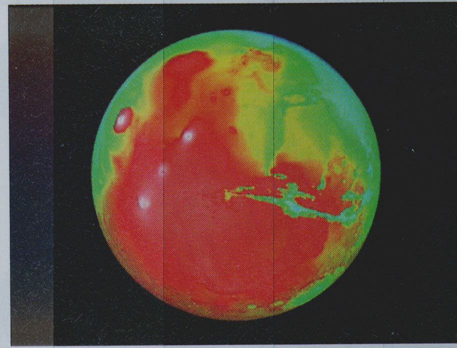
Alle foto's Malin Space Science Systems/ NASA, tenzij anders vermeld

MARS in beweging

Wind, ijs en waarschijnlijk ook water blijken het landschap op de planeet Mars voortdurend te veranderen. Dat is te zien op zeer gedetailleerde foto's die de afgelopen maanden van de planeet zijn gemaakt. Tegenslag kent het Marsonderzoek ook. In september verongelukte een nieuwe Marssonde. In december moet een nieuwe Marslander arriveren.







Mars in 3D. Viermaal Mars, gezien tijdens een omwenteling en waar de hoogteverschillen op het oppervlak in reliëf zijn weergegeven. Het hele noordelijk halfrond van Mars blijkt gemiddeld vijf kilometer lager te liggen dan het zuidelijk halfrond. Onderzoekers vermoeden dat een gigantische inslag van een planetoïde op het zuidelijk halfrond een enorme hoeveelheid materiaal heeft weggeslingerd die voldoende was om heel Europa, uitgezonderd Rusland, vier kilometer op te hogen! De plaats van die inslag is linksonder in de meest linkse foto zichtbaar en staat bekend als het Hellas-bekken waarvan de bodem nog zes kilometer lager ligt dan zijn omgeving (lees verder hierover de tekst in dit artikel).

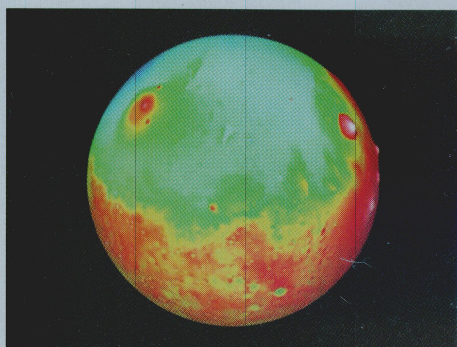


Het kost al sinds het begin van de ruimtevaart veel moeite om de planeet Mars zijn geheimen te ontfutselen. Successen en mislukkingen wisselen elkaar in het onderzoek met onbemande ruimtevaartuigen, dat in 1962 begon, voortdurend af. Terwijl sinds april van dit jaar ongekend gedetailleerde foto's worden ontvangen van de Amerikaanse Mars Global Surveyor (MGS), verdween op 23 september een nieuwe Amerikaanse Marsverkenner, de Mars Climate Orbiter (MCO) na aankomst bij de planeet spoorloos. De MCO, die in een baan om Mars moest komen, lijkt door een onbegrijpelijke navigatiefout te dicht langs de planeet gestuurd te zijn. Daardoor werd hij door de ijle dampkring zo sterk afgeremd, dat hij uit het zicht van de Aarde op de planeet moet zijn neergestort. De MCO moest twee jaar lang het 'weer' op Mars in beeld brengen en zo de waarnemingen van de MGS ondersteunen. Ook moest de MCO als doorgeefstation gaan fungeren voor de waarnemingen van de Mars Polar Lander, die op 3 december in het zuidpoolgebied van Mars neer moet komen. Nu zullen die waarnemingen deels rechtstreeks naar de Aarde gestuurd moeten worden en deels door de MGS worden opgevangen en dan naar de Aarde gestuurd.

Veel fouten

De MGS heeft echter al zijn eigen problemen. Zo kan hij door een mechanisch mankement zijn grote antenne voor het radioverkeer met de Aarde niet de hele tijd goed op ons richten. Daardoor moet zo nu en dan de ruimtesonde in zijn geheel in een andere stand worden gedraaid en dan moet hij zijn waarnemingen van Mars onderbreken. Eerder al liep het waarnemingsprogramma van de MGS een jaar vertraging op, doordat hij maar heel langzaam in zijn juiste baan om Mars kon komen. Dat had weer te maken met een niet goed uitgeklapt zonnecelpaneel. Dat komt allemaal uiteraard niet door Mars zelf, maar door menselijke fouten tijdens het bouwen en testen van de ruimtesondes. De directe voorganger van de MGS, de Mars Observer, raakte in 1993 spoorloos vlak voordat hij bij Mars aankwam. Waarschijnlijk is die ruimtesonde door kortsluiting ontploft, toen de remraketten werden ontstoken die hem in zijn baan om de planeet moesten brengen. Een omvangrijk Russisch programma voor bezoeken aan Mars stierf een stille dood na een mislukte lancering in 1994 en het chronische geldgebrek dat intussen vrijwel het hele ruimtevaartprogramma van Rusland heeft lamgelegd. Alleen de Amerikaanse Marslander Pathfinder (en zijn robotwagentje Sojourner) in 1997 waren een ongekend succes. Hopelijk pakt de Mars Polar Lander in december deze draad weer op.

De noordpool van Mars, gezien in reliëf



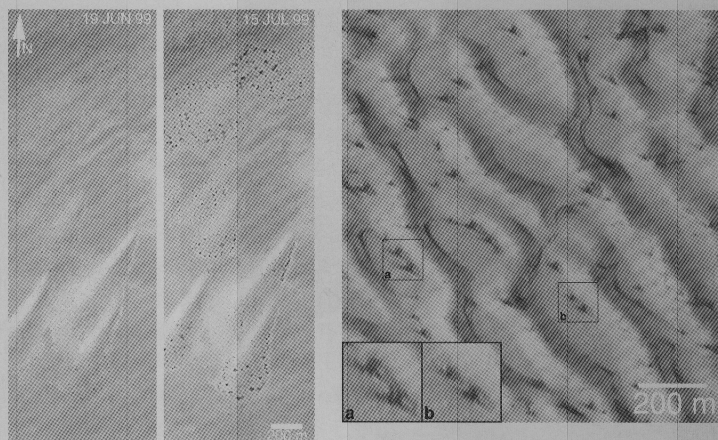


De Mars Polar Lander. Hij moet op 3 december in het zuidpoolgebied van Mars landen in het deel dat binnen het vierkant (inzetfoto) ligt, en daarna twee maanden in bedrijf blijven. Foto JPL/NASA

Wind op Mars

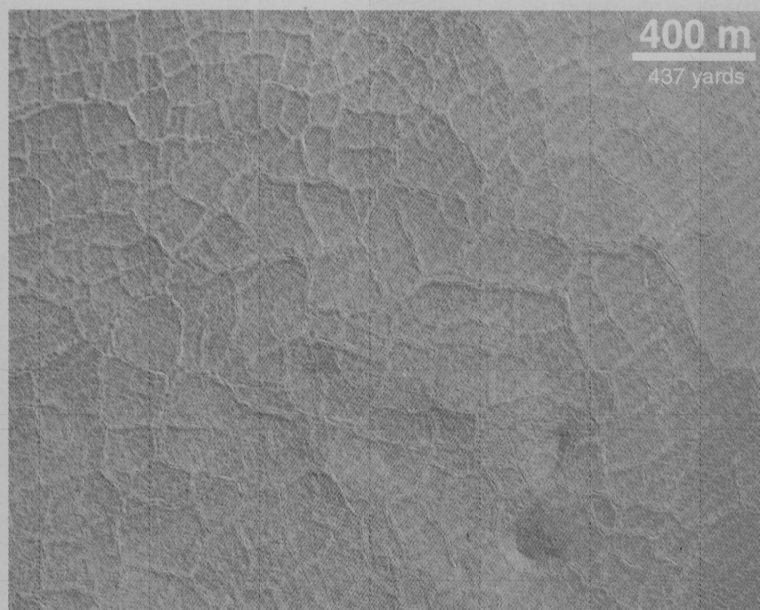
Intussen levert de Mars Global Observer ondanks alle problemen fascinerende beelden van Mars. Enkele recente foto's zijn hierbij te zien. Het verhaal dat die foto's vertellen is dat er aan het oppervlak van Mars voortdurend wat gebeurt. Ook al is de 'luchtdruk' op Mars maar eenhonderste van die aan het aardoppervlak, toch staat er van tijd tot tijd voldoende wind om stof op te waaien en over grote afstanden te verplaatsen. Er blijken voortdurend windhozen te ontstaan, waarbij de grootste tot wel acht kilometer hoogte reiken. De gemiddelde windhoos op Mars komt tot twee kilometer hoogte en kan een paar duizend kilo stof meenemen. Grotere stofstormen treden ook op. Met de Hubble ruimtetelescoop zijn die geregeld te zien. Sommige van die stormen groeien uit tot reuzen die Mars wekenlang in een gordijn van stof hullen.

Op veel plaatsen op Mars zijn zandduinen te zien. Ook die zijn door de wind opgewaaid. Sommige foto's laten nu zien dat die duinen in beweging zijn (net zoals in aardse duingebieden en woestijnen). Hoe oud de duinen zijn, is niet bekend. Daar had de Mars Climate Orbiter misschien iets over helpen kunnen vertellen.

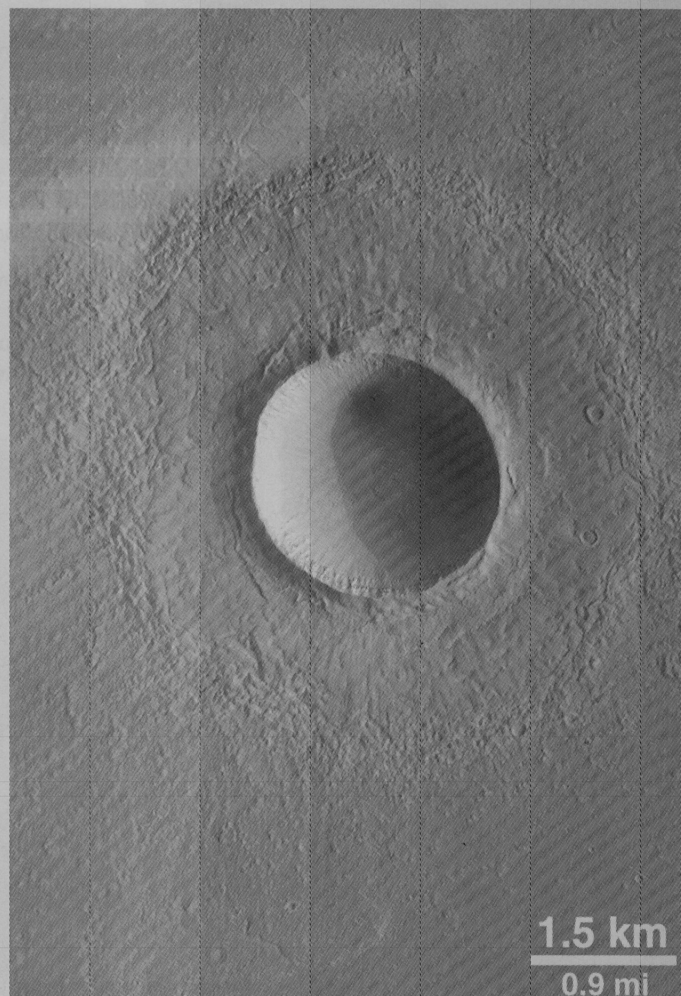


In de poolgebieden op Mars zijn overal aanwijzingen te zien voor een spel van wind en rijp. In de linkerfoto zijn verschillen zichtbaar in een duingebied tussen 19 juni en 15 juli van dit jaar. In de zwarte vlekjes is rijp verdampt en komt de donkere bodem eronder tevoorschijn. In de rechterfoto, genomen in een ander duingebied, is te zien dat op plaatsen waar de rijp is verdwenen de wind greep krijgt op de bodem en het donkere materialen begint weg te blazen.

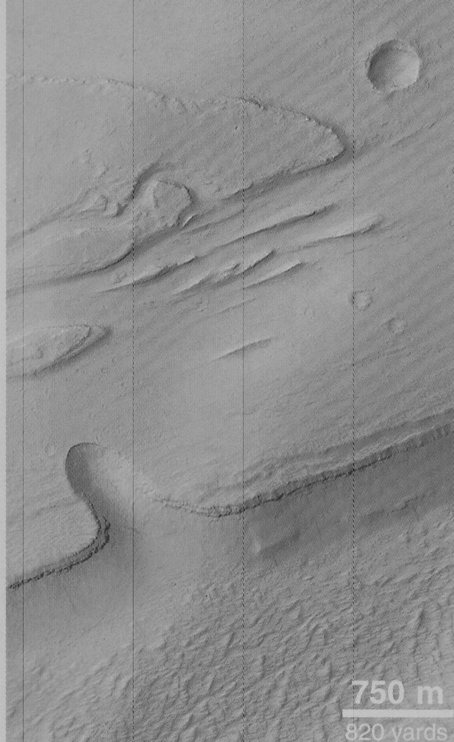
In de poolgebieden is het neerslaan en weer verdampen van centimeters tot misschien wel decimeters dikke laagjes rijp (uit waterdamp) op de foto's te volgen. Ook is te zien hoe de wind stof over de rijp blaast. Het meest opmerkelijke, vinden de Marsgeologen, is het feit dat op heel veel plaatsen in de Marsbodem gelaagdheid is te zien. Geologen denken dan meteen aan een opeenvolging van afzettingen van materiaal en dus aan actieve processen. Dat wind nog steeds een rol speelt, en vulkanisme dat in het verleden deed, is duidelijk. Smeltend grondwater lijkt ook zo'n proces. Er zijn op tal van plaatsen op Mars geulpatronen te zien, stromingspatronen op



Deze veelhoekige structuren in de bodem van een krater ergens op het noorden van Mars wijzen onmiskenbaar op de aanwezigheid van ijs in de bodem. Dergelijke structuren zijn ook op Aarde bekend. Ze heten polygoonbodems en ze komen voor in gebieden waar de ondergrond het hele jaar door bevroren is en alleen de bovenste laag van de bodem in de poolzomer ontdooit.



Een inslagkrater in het gebied Elysium Planitia. De krater is bijna dubbel zo groot als de bekende Meteor Crater in Arizona in de Verenigde Staten. In de kraterwand is een gelaagde bodemstructuur te zien. Wijst die op meer dan alleen vulkanische afzettingen?

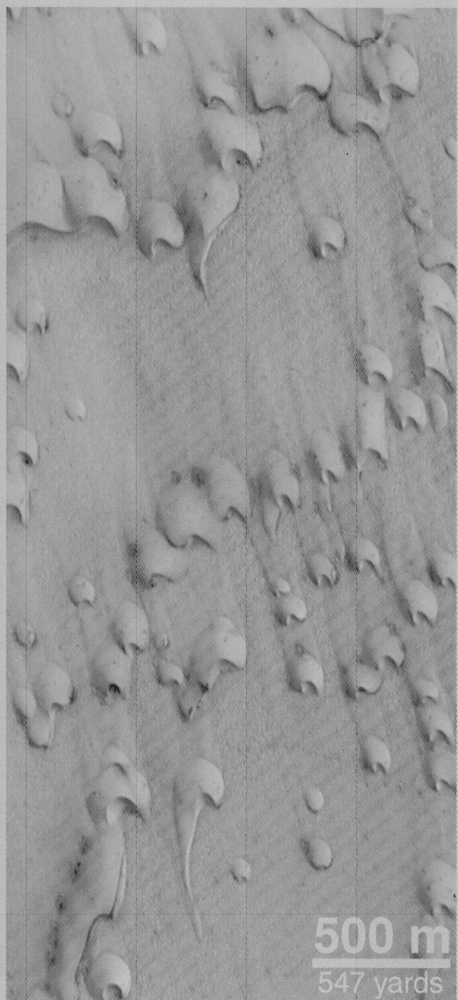


Allerlei soorten geulen en andere gestroomlijnde landschapsvormen in de Olympica Fossae in het gebied Tharsis. Ze wijzen op een rol van water, modder en lava bij hun ontstaan.



Een merkwaardig gevormde inslagkrater in het gebied Arabia Terra. Men geeft geen verklaring voor de opvallende gelaagde vormen in de krater.

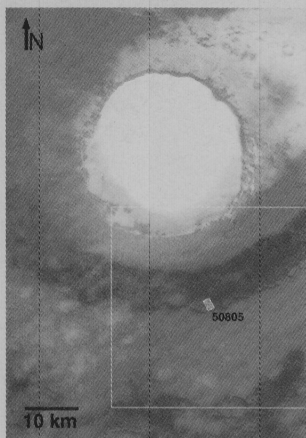
Een duingebied in het noordpoolgebied van Mars. Dit type duinen komt ook voor in aardse woestijnen waar de wind overwegend uit één richting waait. Ze heten sikkelduinen of barchanen. De wind komt hier van linksboven.

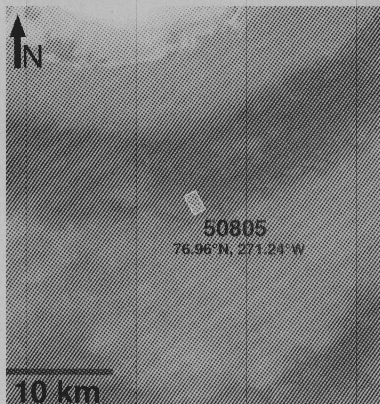


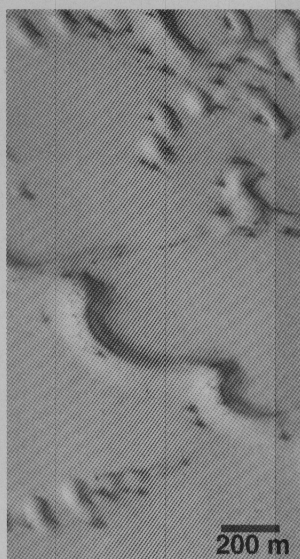
hellingen en in de nieuwe foto's ook kleine veelhoekige scheuren in het oppervlak (op Aarde zijn die bekend uit gebieden tegen de polen aan en worden ze polygoonbodems genoemd). Dat wijst allemaal op ontdooiend en weer bevriezend water in de bodem. De Mars Climate Orbiter had onder andere moeten speuren naar aanwijzingen voor smeltend water en naar plaatsen waar toekomstige landers hopelijk ijs kunnen vinden. Dat wordt nog een tijdje wachten.

Bewegende continenten?

Dat een ongeluk soms ook een geluk brengt, zoals het spreekwoord suggereert, bleek trouwens met de Mars Global Observer ook weer eens. Die sonde kwam in 1997 bij Mars aan en moest in zijn uiteindelijke baan om de planeet komen door een techniek die 'aerobraking' wordt genoemd, afremmen met behulp van de ijle dampkring op grote hoogte. Afgeremd werd met behulp van zijn grote zonnecelpaneel. Dat paneel wilde echter niet goed uitklappen, waardoor het afremmen langzamer moest worden uitgevoerd dan gepland en een paar keer ook enige tijd onderbroken. Daardoor heeft de MGS een tijdlang in een baan gedraaid die hem op slechts honderd kilometer hoogte boven het zuidelijk deel van de planeet bracht (nu draait hij in een cirkelvormige baan op 400 kilometer hoogte). Tijdens de afremfase was een instrument om het magnetisch veld van de planeet te meten, al actief. Mars heeft net als de Aarde een zogeheten dipoolveld (dus met een magnetische noord- en zuidpool), zij het dat dit veld 10.000 keer zwakker is dan het aardse veld. Het Marsveld blijkt echter niet, zoals tot nog toe was gemeten, heel gelijkmatig te zijn. Net als het aardse vertoont het gebieden waar de veldsterkte groter is dan elders. Op Mars komen zelfs gebieden voor met afwijkingen die tien keer zo groot zijn als de afwijkingen op Aarde. Bij ons hebben die afwijkingen te maken met bewegingen van gesmolten materiaal in het binnenste van de Aarde en met verschillen in opbouw van het gebied tussen de kern en de buitenste korst van onze planeet. Heel opvallend op Mars is een strook op het zuidelijk halfrond die 2000 kilometer lang is en een afwisseling van magnetisch tegengestelde zones vertoont. Dat kennen we op Aarde aan weerszijden van zones op de zeebodem waar gesmolten materiaal uit de diepte omhoog komt en zijwaarts wegstroomt. Dit leidt tot het verschuiven van schollen aardkorst, het bewegen van de







De drie foto's links: Sikkelduinen in de buurt van een krater in het noordelijke poolgebied op Mars. De overzichtfoto's zijn van de Viking-2 die eind jaren '70 Mars fotografeerde. De Mars Global Surveyor laat zoveel meer details zien dat Mars voor geologen nu pas gaat leven.



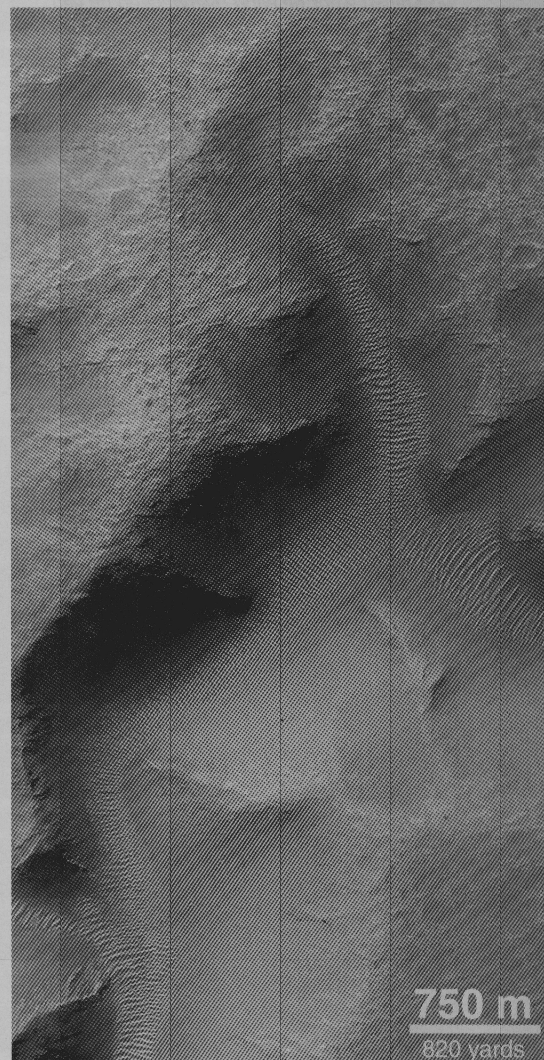
continenten. De magnetisch tegengestelde zones ontstaan doordat magnetische elementen (ijzer bijvoorbeeld) in het gesmolten materiaal zich richten naar het magnetische veld van dat moment. Stolt het materiaal, dan wordt de magnetische richting van dat moment vastgelegd en bewaard. Het aardse magneetveld klapt ruwweg eens in de miljoen jaar van richting om en die tegengestelde richtingen zijn dan terug te zien in het gestolde materiaal. Het vertoont een afwisseling van 'ingevroren' magnetische richtingen. De waarnemingen op Mars lijken hier heel sterk op. Dat kan betekenen dat Mars ook bewegingen van schollen in de korst gekend heeft (het komt nu niet meer voor omdat het binnenste van Mars is afgekoeld). Het verschijnsel is opgevallen doordat de MGS gedwongen een tijdlang zo dicht boven Mars heeft moeten vliegen.

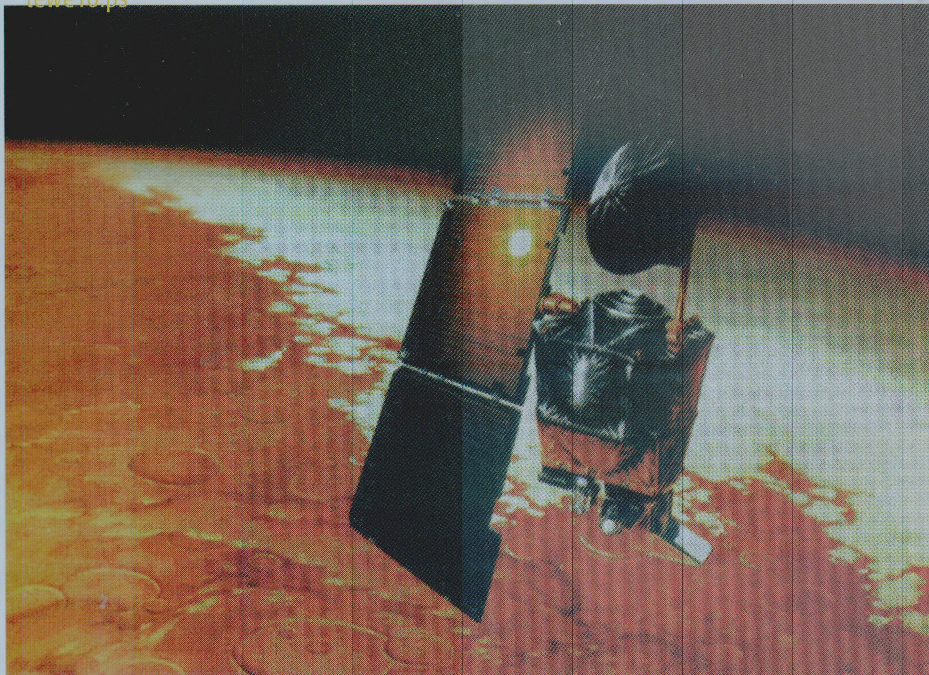
Hoog en laag

Ook uit zeer preciese hoogtemetingen die met

◀ *Tafelbergen op Mars. Op Aarde ontstaat dit type berg wanneer een gebied waarin een vlak liggende gesteentelaag die betrekkelijk ongevoelig is voor verwering en een laag die veel erosiegevoeliger is, door breuken wordt verbrokkeld. In de breukzones krijgt stromend water vat op de onderliggende laag en spoelt die weg. De toplaag wordt dan van beneden aangevreten en stort in. Zo drijft de erosie de toplaag terug, totdat er geïsoleerde platte heuvels overblijven.*

Een dalsysteem in de rand van een krater in het gebied Terra Tyrrhena. Overal zijn duinen te zien en andere sporen van werking door wind en water.





Op 23 september van dit jaar verdween geheel spoorloos de Amerikaanse Marsverkenner, de Mars Climate Orbiter (MCO), nadat deze bij de planeet Mars was aangekomen. In plaats van in een baan om Mars te komen, zou een onbegrijpelijke navigatiefout vanaf de Aarde de MCO te dicht langs Mars gestuurd te hebben. Daardoor werd hij door de ijle dampkring van Mars zo sterk afgeremd dat hij 'ergens' op het Marsoppervlak moet zijn neergestort.
Foto: Nasa

de MGS worden gedaan, komen aanwijzingen dat in ieder geval in het verleden het binnenste van Mars bewegingen heeft gekend. Het hele noordelijke halfrond van Mars blijkt gemiddeld vijf kilometer lager te liggen dan het zuidelijk halfrond. Dat kan volgens onderzoekers alleen maar komen door interne stromingen van materiaal. Mogelijk heeft hier de inslag die het Hellas-bekken veroorzaakte, een rol gespeeld. Hellas, een gigantische ronde laagte op het zuidelijk halfrond, is volgens onderzoekers ontstaan door de inslag van een planetoïde. Daarbij werd een hoeveelheid materiaal opgeworpen die heel Europa (zonder Rusland) vier kilometer opgehoogd zou hebben. De bodem van het Hellas-bekken ligt weliswaar nog steeds zes kilometer lager dan zijn omgeving, maar moet toch vanuit het binnenste van Mars aanzienlijk zijn opgevuld, zodat de verre omgeving van Hellas netto is opgehoogd. In het binnenste van Mars moet de opvulling van Hellas gecompenseerd zijn door beweging van materiaal naar het zuiden.
Hoewel Mars kleiner is dan de Aarde, bedraagt het verschil tussen het laagste en het hoogste punt op de planeet dertig kilometer en dat is anderhalf keer zo groot als op Aarde.
Het hoogteverschil tussen het zuidelijk en het noordelijk halfrond op Mars heeft in een grijs verleden, toen er vloeibaar water op Mars geweest moet zijn, gezorgd voor 'rivieren' die allemaal naar het noorden stroomden. Daarom verwacht men op het noordelijk halfrond veel afzettingen die door water zijn neergelegd. Het is ook de verklaring voor het feit dat er op het zuidelijk halfrond veel meer kraters zijn dan in het noorden. Daar zijn ze door water verweerd en door sediment bedekt.

Veel water

Nieuw onderzoek aan de poolgebieden van Mars en de nu beschikbare hoogtemetingen geven een nieuwe schatting voor de hoeveelheid water die nu op Mars in de vorm van ijs, rijp en waterdamp aanwezig is. De hoeveelheid wordt geschat op tussen de 3,2 en 4,7 miljoen kubieke kilometer, ofwel anderhalf keer de ijskap van Groenland. Als op 3 december de Mars Polar Lander op Mars aankomt, zal hij een kleine tien minuten eerder twee piepkleine sondes (van elk 3,6 kilo) hebben afgeworpen, die bijna een meter de bodem in moeten schieten. Samen met een bodemmonster dat de lander zal nemen en analyseren, zal dat hopelijk leiden tot nog betrouwbaarder informatie over de hoeveelheid water op Mars. Misschien ontstaat er dan toch weer een sprankje hoop op leven op de Rode Planeet. ❑

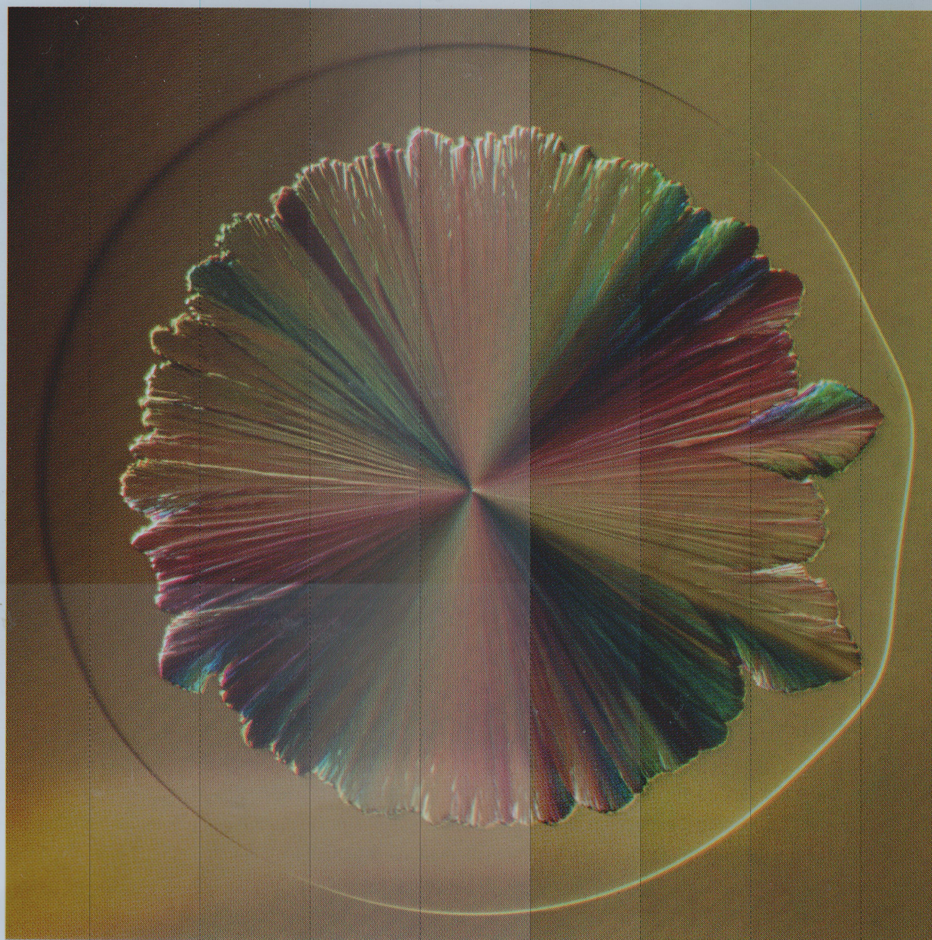
Kristallen: explosies van verborgen energie

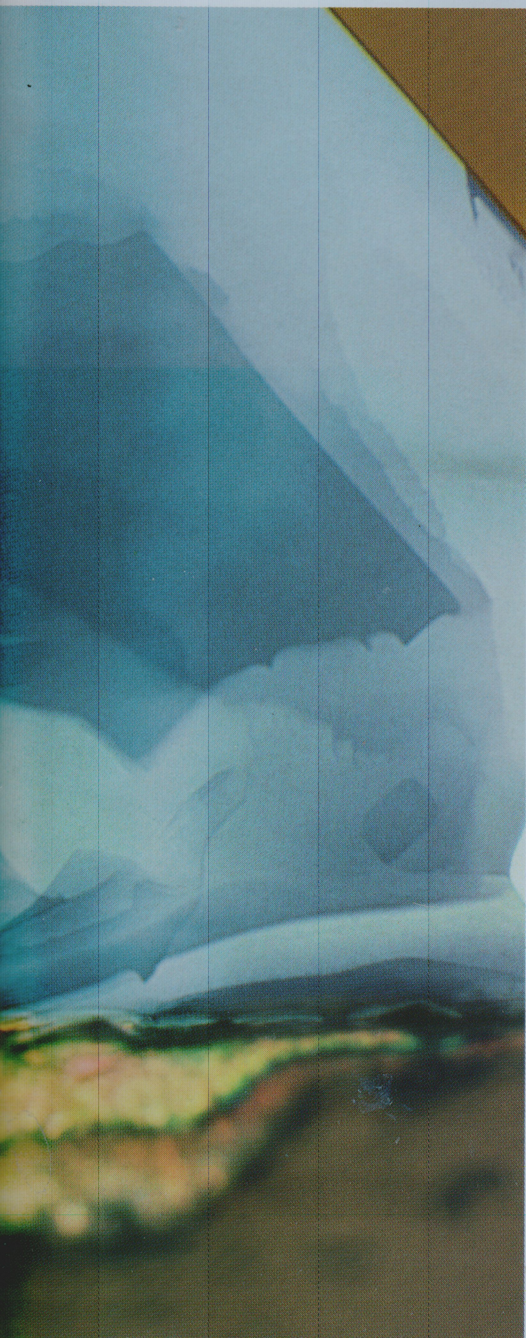
Lars Bech

Energie schept en vernietigt. Er bestaat slechts energie, sommige vormen zien wij, andere voelen we maar het meeste gaat als vanzelf langs ons heen, vrijwel zonder dat we ons dat bewust zijn, maar wel degelijk van invloed op ons denken en handelen. Gigantische explosies in de macrokosmos, het heelal, zijn extreme uitbarstingen van opgekropte energie dat zich een uitweg zoekt, om vervolgens nieuwe vormen te scheppen.

Zonder merkbare extreme uitbarstingen, maar stille vormen van energie waarachter zich eveneens scheppende krachten bevinden, verschuilen zich in de microkosmos, de wereld van het kleine tot het allerkleinste. En dat zich, evenals de krachten in het heelal voor ons oog manifesteert in vormen en kleuren, zichtbaar gemaakt via dezelfde maar door ons mensen samengebrachte energievormen uit de microkosmos: de filmemulsie. Op creatieve wijze 'aan het licht gebracht' door onze medewerker Lars Bech, die al eerder in Mens&Wetenschap u en ons op indrukwekkende wijze meenam naar de fascinerende wereld van de kristallen. In dit themanummer 'Energie' legt Lars de nadruk op de dynamiek die schuil gaat in de microkosmos van de levende natuur.







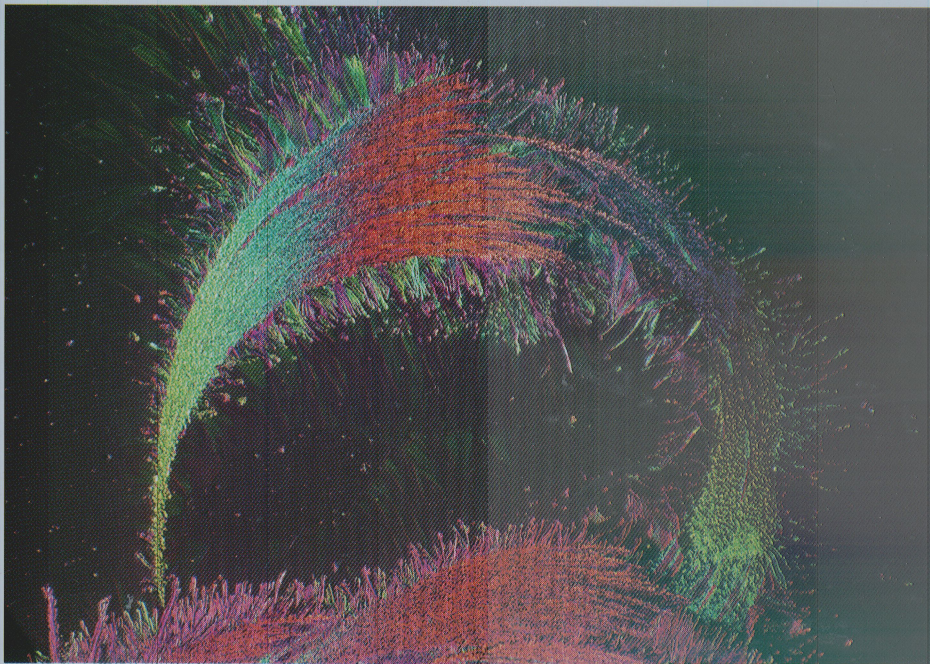
Witte Wereld

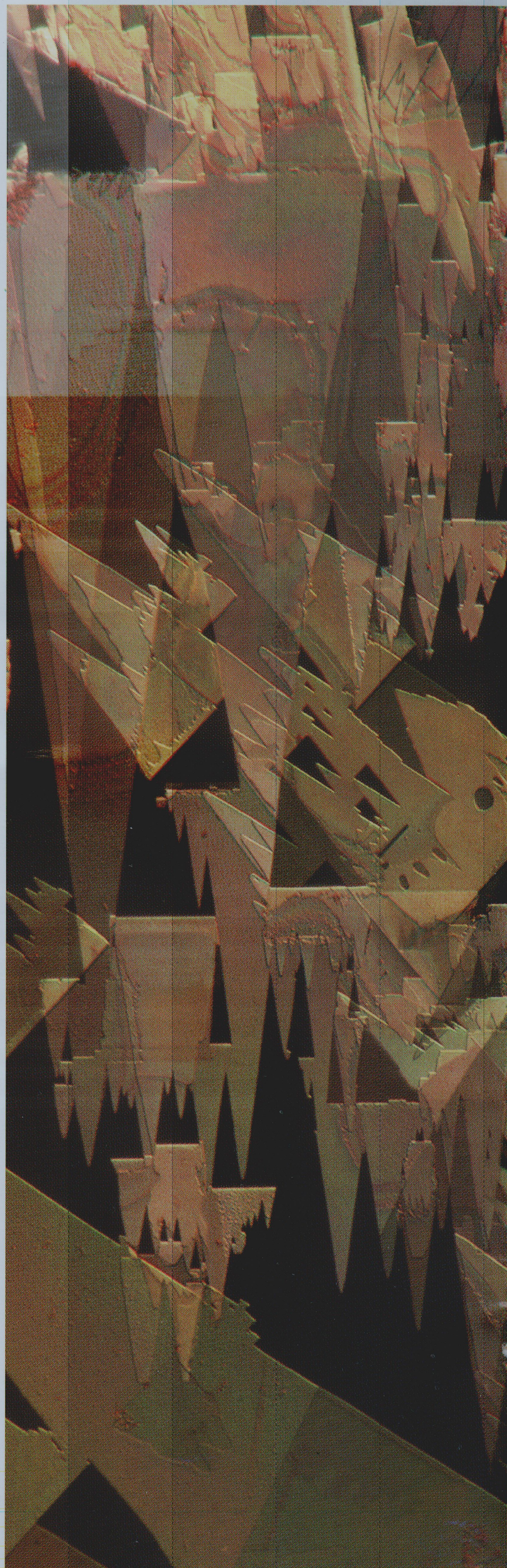
Op zoek naar vogels tijdens een klim langs de Humbold-trail in Venezuela kreeg ik toch aardig te kampen met uitputting, gelukkig brachten zouttabletten uitkomst en kwam de energie weer volop terug. Laat het een avontuur in de tropen geweest zijn, ook aan de noordpool kan men zout in zijn creatieve werking leren kennen.

Bijgaand vergezicht was namelijk ook te danken aan een zout, het zogenaamde baruimchloride, dat in een kristallijn landschap resulteerde met de allure van een aquarel. Berust de creativiteit van de natuur (de chemie) niet eveneens op een bepaalde energie?

Eclips

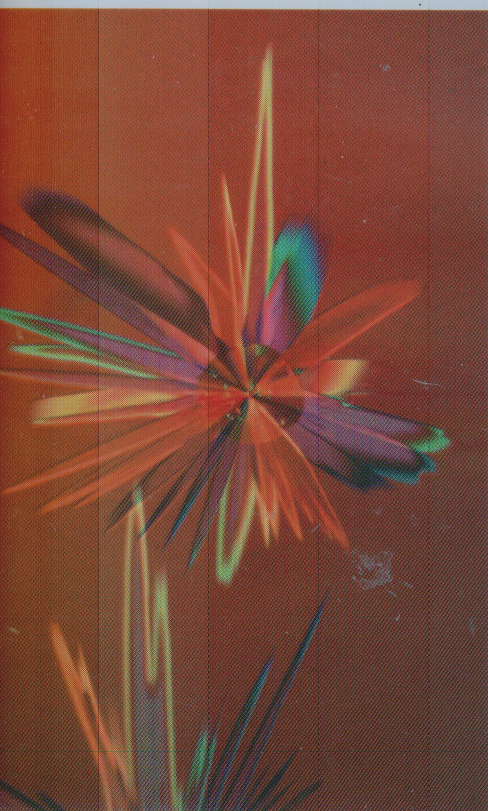
De Zon vertegenwoordigt voor het bestaan van alle levende wezens een gigantische bron van energie. Hier ziet u een microscopische opname die met wat fantasie herinnert aan de corona tijdens de zonsverduistering. De samenstelling van het preparaat dat hier is afgebeeld bestond uit pure papaverine, die voor nauwelijks 1% in opium wordt aangetroffen. Het vindt onder andere ook medicinale toepassing, maar afgaande op de klank geef ik toch de voorkeur aan de associatie met het magistrale schilderij van Renoir die indertijd een zinderende zomermorgen vastlegde: een veld vol klaprozen met in de verte een francaise met parasol.





Super Nova

Er zijn mensen die het aanbreken van het nieuwe millennium dermate energiek willen beleven dat ze per vliegtuig alle datagrenzen van onze planeet willen ronden om steeds weer het glas te heffen op het ter plekke heuglijke moment (een echte jet-set dus!).
Om familie, vriend en kennis alle goeds voor het nieuwe jaar toe te wensen hoop ik straks deze explosieve foto te gebruiken, wie weet wensen we elkaar in de verre toekomst nog wel eens een Goede Nieuwe Eeuw!



The Big Bang

De plantenwereld mag dan rijk zijn aan de chemische stof 'quercetine', die ik hier onder de microscoop had, de opname bewijst weer eens hoeveel verschijnselen zich aan onze waarneming onttrekken: wie had immers gedacht dat er zoveel dynamiek zou schuil gaan in de microkosmos van planten en bomen die toch uitblinken in kalmte en op de plaats rust!

Over de auteur:

Ruim twintig jaar geleden heeft Lars Bech (theoloog) kennis gemaakt met microscopische fotografie. De preparaten die hij van het begin af aan gebruikt bestaan voornamelijk uit farmaceutische stoffen, maar later is daar de plantenwereld bij gekomen. De voor de preparaten benodigde stoffen betrekt hij van apotheken en grote bedrijven. Sommige producten laat hij overkomen uit de Verenigde Staten.
Op eigen initiatief dan wel op verzoek van bepaalde concerns heeft Bech veel experimenteel onderzoek gedaan, met als doel optimaal mooie beelden te krijgen. De vele duizenden opnamen vonden hun weg in uiteenlopende richtingen: als dessins voor mode, meubelstoffen, tegels en luxe cadeaupapier, illustraties bij teksten over medicijnen, voor kalenders, panelen op beurzen, als relatiegeschenk en last but not least als artistieke vormgeving, ingelijst op exposities.

Ofschoon de beelden voor het merendeel een abstract karakter dragen, lijken sommige een beeld van de concrete werkelijkheid te bieden, zoals een landschap, een groep mensen, bloemen of architectuur.
Hoe komen de foto's van Bech aan hun prachtige kleuren? Er komen in elk geval geen kleurfilters of trucjes aan te pas. De kleuren ontstaan door het natuurverschijnsel polarisatie.
Bech: "De hele zaak draait eigenlijk om het verschijnsel licht. Een zeer toepasselijk thema voor een theoloog".
In november 1992 is Bech in New York de eerste prijs toegekend in het kader van de International Small World Competition en heeft daarmee in The New Scientist gestaan. Opnieuw is die prijs hem in 1996 te beurt gevallen. Gedurende de tachtiger en negentiger jaren heeft Bech daarnaast tientallen andere prijzen gewonnen.



Uit het lood

Als student had ik de serieuze illusie het principe van de zwaartekracht als energie te kunnen benutten voor een perpetuum mobile. Het werd een oeverloos experiment waarbij ik zowaar mijn verloving op het spel zette! Toch heb ik het idee nog steeds niet opgegeven en deze opname inspireerde mij opnieuw; alleen de tijd voor obsessies is voorbij.

Gems

Woorden als vitamine en vitaliteit ontlenen hun betekenis aan het latijnse 'Vita', hetgeen leven betekent en dat zet toch met de nodige energie in, getuige het luidruchtige ter wereld komen van elke baby. Nu is het misschien aardig te weten dat aan deze foto een preparaat van vitamine C ten grondslag ligt, het zogenaamde ascorbinezuur dat een onmisbare bijdrage levert aan onze gezondheid.



Bella Donna

Om nog even op de Zon -het Licht der wereld- terug te komen: is er één biotoop denkbaar, die straffeloos verstoken blijft van zijn stralende energie? De substantie 'atropine' komt voor in de plant Nachtschade, ook Bella Donna oftewel doodkruid genoemd, wat te maken heeft met haar giftige bestanddelen.
U vindt dat toch wel getuigen van negatieve energie -nota bene DOODkruid!- maar wist u dat atropine nog steeds positieve toepassing vindt in de anethesie alvorens de chirurg in de operatiekamer aan de slag gaat? Een aardige aanzet tot nog wat filosoferen.



Waterloo

Bij deze microscopische opname experimenteerde ik met enkele synthetische stoffen. Wellicht ziet u er wat anders in, op mij maken ze een krijgshaftige indruk waarbij onwillekeurig de regel boven kwam uit het bekende lied 'De vijand rukt vast aan met opgestoken vaan'.
Er laten zich genoeg situaties denken die gewapend verzet rechtvaardigen maar in minstens zoveel situaties is oorlog mijns inziens een wrede verspilling van levens en dus van energie. Maar nogmaals, het blijven abstracte voorstellingen die net als bij een Rohrschach-test tal van interpretaties toelaten!



Warmtepompen in de keramische industrie



Foto: Andries Sabelis

In Nederland wordt op vele fronten gewerkt aan efficiënter gebruik van energie. Dit geldt zowel voor de industrie als voor de gebouwde omgeving. Dit streven geldt natuurlijk ook voor bestaande processen en installaties. Voor een nieuw te bouwen steenfabriek hebben TNO-MEP (Milieu, Energie en Procesinnovatie) en het Technische Centrum voor de Keramische Industrie (TCKI), in opdracht van NOVEM een studie uitgevoerd naar de inzet van warmtepompen.
Droogkamers van steenfabrieken gebruiken zeer veel energie. Naast de inzet van warmtepompen werd in het onderzoek ook gekeken op welke wijze de hoeveelheid droogIucht, afkomstig van de ovens, geminimaliseerd kon worden.

Systematische aanpak

Het terugdringen van het primaire energieverbruik vereist een systematische aanpak. Met het zogenaamde 'schillenmodel' kan de energiehuishouding van het keramisch proces systematisch beschreven worden. De kern van het schillenmodel (zie figuur 1) wordt altijd gevormd door het eigenlijke productieproces. De warmtebehoefte en het warmteaanbod van deze processen bepalen de mogelijkheden van warmte-terugwinning in de vorm van warmtewisselaars ('warmtewisselings-schil') en vervolgens warmtepompen.
De aldus resulterende warmte- en krachtvraag is bepalend voor de inhoud van de volgende 'schil', waarin warmte en eventueel kracht worden gegenereerd ('utility-schil'). Verbeteren van de energie-efficiëntie verloopt van binnen naar buiten, met andere woorden, men moet geen warmtepomp plaatsen als de mogelijkheden voor warmtewisseling nog niet benut zijn en geen warmte/krachtinstallatie plaatsen als het warmtewisselaarsnetwerk nog niet geoptimaliseerd is.
Een hulpmiddel om inzicht te krijgen in de belangrijke warmtetekorten en -overschotten is de Pinch-analyse. Op grond van alle warmtestromen wordt de Pinchtemperatuur afgeleid. Boven deze temperatuur is een netto warmtevraag die met utilities moet worden ingevuld en er beneden is een netto warmteoverschot dat moet worden afgevoerd.

Inzet warmtepomp

De warmtepomp kan warmte naar een hoger temperatuurniveau 'oppompen', en op deze manier warmte met een temperatuur beneden de Pinch boven de Pinch gebruiken voor bijvoorbeeld het droogproces. In deze figuur 2 onttrekt het werkmiddel in de warmtepomp warmte door verdamping op een laag temperatuur- en drukniveau en staat ze weer af door condensatie op een hoger temperatuur- en drukniveau. De compressor, nodig voor de drukverhoging, wordt in deze figuur elektrisch aangedreven, maar aandrijving met een gasmotor is ook mogelijk.

Resultaat

TNO-MEP en TCKI zijn er in geslaagd het ontwerp van de nieuw te bouwen oven, waarin het gebruik van warmtepompen is voorzien, zodanig te verbeteren, dat de restwarmtestromen uit de oven sterk worden verlaagd. Een energiebesparing van 25% werd bereikt; de terugverdientijd van de meerinvestering is 4,6 jaar. Het ligt natuurlijk voor de hand dat de opgedane ervaring bij dit onderzoek door TNO-MEP ook voor andere industriële processen wordt gebruikt. ❑

Bron: TNO-MEP, Tel.055-5493581

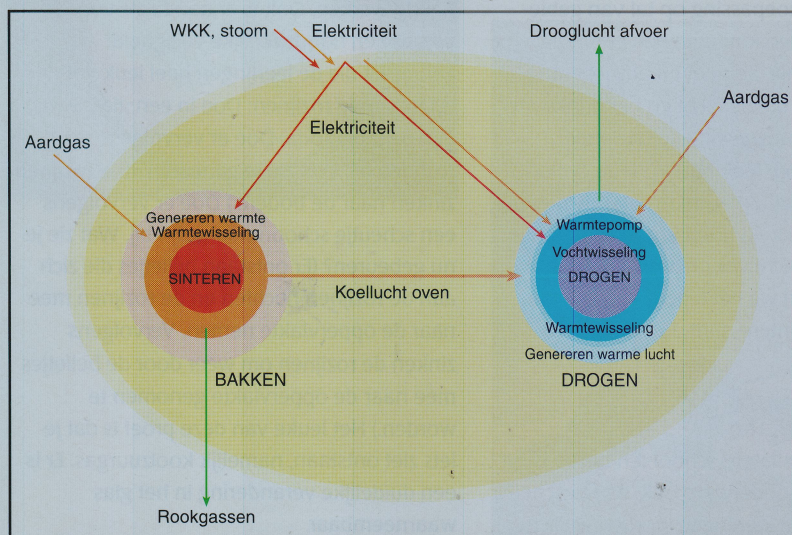
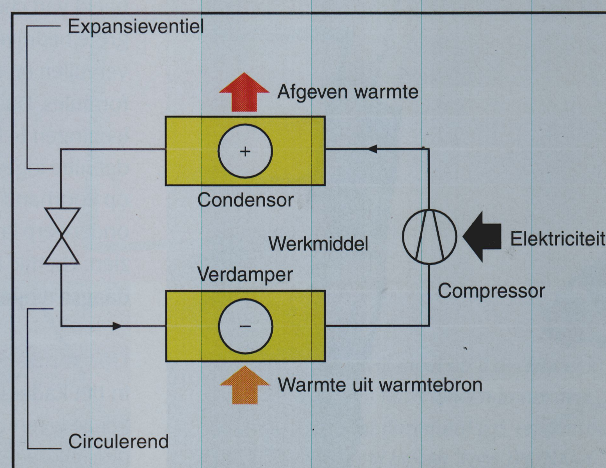


Fig.1. Schillenmodel voor de keramische industrie.
Fig.2. Pinch-analyse.



De klas als scheikundig

Fons Cornelissen en Williane Kamerbeek
Foto's: Williane Kamerbeek

In het vorige nummer van Mens & Wetenschap schetsten we een beeld van een fictieve basisschool, 'Het Tandrad'. Uitgangspunt hierbij: Hoe dragen we bestaande en nieuwe kennis over aan onze kinderen. Centraal hierbij staan duurzaamheid en bevordering van de leefbaarheid. In dit artikel brengen we een bezoek aan Basisschool 'De Hoeksteen' in Wijk bij Duurstede waar de kinderen aan de slag gingen in een 'scheikundig laboratorium' als klas.



Basisschool De Hoeksteen in Wijk bij Duurstede koos ervoor om met groep acht een chemisch laboratorium op te zetten nadat de leerlingen een bezoek hadden gebracht aan het Revius College in die plaats en het merendeel van de leerlingen zeer enthousiast bleek te zijn over het vak scheikunde. Dit zou een leuk onderwerp zijn!
Scheikunde is overal om ons heen en beheerst ons leven. Ook het zetten van een kopje thee, het koken van aardappels en de prik die na drie dagen uit je cola is. Als je over een geschilde appel citroensap doet, wordt de appel minder snel bruin. En melk wordt na verloop van tijd zuur.
Alle scheikundige processen zijn samengevat in 'de chemie', de wetenschap waarin de scheikundige processen worden onderzocht op werking en toepassing op tal van gebieden. Vaak hebben kinderen een eenzijdig beeld van chemie. Ze denken al snel aan grote bedrijven die de lucht en het drinkwater vervuilen en aan ingewikkeld uitziende formules. Daarom leek het ons leuk om de leerlingen te laten ervaren dat chemie niet per definitie ingewikkeld hoeft te zijn en ook niet op voorhand slecht voor het milieu. Bij dit onderwerp laten we het tegenovergestelde zien: chemie is interessant. Juist in de alledaagse dingen.

Dansende rozijnen

In het kader van latere school- en beroepskeuze levert dit onderwerp ook, een bescheiden, bijdrage. De leerlingen worden wellicht gebracht tot het punt waarop zij zich afvragen: chemie, iets voor mij?
Na enige oriëntatie zijn we terechtgekomen bij de stichting C3 (Communicatie Centrum Chemie). In de groep zijn we, ter voorbereiding op ons chemisch laboratorium', met de leerlingen aan de slag gegaan met ideeën uit de waaier: spelen met chemie, 8 chemische proeven om thuis te doen.
Elke maandagmiddag werd de hal omgetoverd tot een chemisch laboratorium. De leerlingen voerden verschillende proeven en experimenten uit, zoals: Rodekoolsap?!, Zinken of vluchten, Dansende rozijnen, Geheime boodschap, Priklimonade en Blijft het lichtje branden? Allemaal leuke en ongevaarlijke experimenten waarbij de leerlingen goed leren observeren en nauwkeurig werken. Ook is er aandacht voor de vereiste en noodzakelijke veiligheid.
Een proef die de leerlingen heel leuk vonden, is Dansende rozijnen: Doe in een glas water een eetlepel soda. Doe er vervolgens acht rozijnen bij. Wat zie je gebeuren? (De rozijnen zinken naar de bodem.) Doe er vervolgens een scheutje schoonmaakazijn bij. Wat zie je nu gebeuren? (Er ontstaan belletjes die zich aan de rozijnen hechten en de rozijnen mee naar de oppervlakte nemen. Vervolgens zinken de rozijnen om weer door de belletjes mee naar de oppervlakte genomen te worden.) Het leuke van deze proef is dat je iets ziet ontstaan, namelijk koolzuurgas. Er is een duidelijke verandering in het glas waarneembaar.

laboratorium


Het maken van zwembadwater uit zoutwater. Foto: Stg.C3

Hoe maken we hier badzout van? Foto: Stg.C3



De inrichting van het laboratorium

In ons chemisch laboratorium vallen meteen een aantal zaken op: het aanrecht staat vol met schoonmaakazijn, zuiveringszout, soda, rozijnen, citroensap en rodekoolsap. Noem maar op.
Boven het aanrecht staan potjes badzout, tubes tandpasta, flesjes shampoo en hoestdrank. Dit alles verspreidt een niet onaangename geur door de klas.
In de gang hangt op het mededelingenbord een groot vel gekleurd karton met pasfoto's van de 'medewerkers' van het laboratorium. De gang wordt opgefleurd door tal van posters en een uitnodiging voor de open avond, waarbij de winkel van het laboratorium open zal gaan.

Het lab gaat open

Nadat we kennis hadden gemaakt met de huis-, tuin-, en keukenchemie werd het tijd om verder te gaan. Wat zouden de leerlingen ervan vinden om gedurende een periode van vijf weken echt iets te produceren? Inmiddels hadden we informatie ontvangen



over het lespakket van C3: "Bij de drogisterij". De leerlingen waren enthousiast en dachten volop mee. Er moesten witte jassen komen, iedereen moest een eigen taak krijgen en er moest natuurlijk een magazijn komen. Samen kwamen de leerlingen tot vijf afdelingen: productie, administratie, in- en verkoop, reclame/PR en magazijnbeheer. Het moest een echt bedrijf worden.



Goed overleg is het halve werk.

In elk geval zouden we tandpasta, badzout, hoestdrank en shampoo gaan maken. Verder zouden we onderzoeken wat nog meer haalbaar is om te maken. Vanzelfsprekend moest er een toepasselijke naam voor deze producten komen. De afdeling reclame kwam met een superidee: laten we het 'Super Puber Products' gaan noemen!
Het chemisch laboratorium begon er steeds beter en echter uit te zien!

Het lab in bedrijf

Het laboratorium is open en iedereen is hard aan het werk. De productieafdeling is bezig met het vervaardigen van badzout. De geuren zweven in de lucht en de leerlingen zijn druk bezig. De reclameafdeling maakt posters voor het badzout en het magazijnbeheer ruimt op. Alles loopt op rolletjes.
Ineens komt Wouter verhaal halen. Hij zit bij de afdeling in- en verkoop en heeft een klacht over de productie: "Ze gaan niet zuinig om met de materialen en zo kunnen wij van de in- en verkoop niet goed inschatten hoeveel er moet worden ingekocht".
Hoe lossen we dit op? Geven we de productieafdeling een uitbrander of kunnen we het anders aanpakken. De vraag hoe ze dit in een echte fabriek zouden doen, vindt Wouter interessant. Tien minuten later komt hij zelf met een oplossing: "we schrijven aan de afdeling productie een brief waarin we het probleem uitleggen en vragen of ze zorgvuldiger met de stoffen om kunnen gaan".
De medewerkers van de productieafdeling hebben de brief ontvangen. Eigenlijk weten ze niet goed wat ze ermee aan moeten, maar de boodschap is goed en op een vriendelijk manier overgekomen.

Rekenen in het laboratorium

Een open avond van het laboratorium en van de winkel van het laboratorium spreekt de kinderen geweldig aan. Vooral het aspect 'geld' vinden ze boeiend. De prijzen worden door de administratie bepaald en daar zijn ze druk mee bezig. We gaan steeds uit van het maken van vijftien producten. Hoeveel stoffen hebben we daarvoor nodig, wat kosten ze en voor het gemak: waar kun je ze kopen. Deze lijst is gemaakt en de administratie wil de prijs bepalen van een flesje shampoo. Voor het maken van 15 flesjes hebben we nodig: 300 ml glycerol, kleurstof en geurstof. De kleur- en geurstof hebben we van het Bonifatius College gekregen en de detergensoplossing koop je bij de apotheek. Voor 100 ml betaal je *f.* 3,65 dus 300 ml kost *f.* 10,95. Per flesje komen we uit op *f.* 0,75. De flesjes die we gaan vullen, kopen we ook bij de apotheek. Ze kosten zestig cent per stuk en dat zou de prijs verhogen, terwijl iedereen het erover eens is dat we de prijzen zo aantrekkelijk mogelijk zouden maken.
Gelukkig komt de administratie zelf met een oplossing: statiegeld vragen. Op die manier krijg je de potjes weer teug en kun je ze opnieuw vullen. Ook met het oog op het milieu een prima oplossing. Op deze manier levert het laboratorium op een natuurlijk wijze een bijdrage aan de recycling-gedachte. Ook hebben we van oude EHBO trommeltjes Super Puber Products voordeelpakketjes gemaakt met daarin een assortiment aan shampoo, tandpasta, badzout en hoestdrank.

De productieafdeling in vol bedrijf.





Nog één nachtje slapen

Het is bijna zover, de opening van het laboratorium komt steeds dichter bij. Er is hard gewerkt, de uitnodigingen zijn verstuurd en in de school opgehangen. Iedereen praat erover. De productieafdeling oefent nog met de namen van de stoffen en materialen. Zo hebben de leerlingen geleerd dat detergensoplossing een nepzeep is; deze zeep maakt je haar niet dof.
De leerlingen die op de avond zelf niet veel te doen zouden hebben, komen zelf met initiatieven. Een paar medewerkers uit de in- en verkoop hebben voorgesteld om samen een rondleiding te geven voor de bezoekers. Ze gaan samen aan de slag om een plattegrond te maken om zo een looproute te bepalen. Ook lijkt het ze leuk om netjes gekleed te gaan: een stropdas zouden ze van hun vader lenen.
Nick komt vol trots een idee laten zien: zou het leuk zijn als iedereen een naambordje op heeft met daarop de naam en afdeling van de leerling? Het idee spreekt iedereen aan. Een naambordje hebben medewerkers in een echt bedrijf ook. Zo is iedereen op zijn eigen manier druk bezig zich voor te bereiden.

Het lint wordt doorgeknipt

Iedereen staat klaar. Het magazijnbeheer heeft alle benodigde materialen en stoffen op de verschillende werkplekken gezet. De productie staat klaar, vier tafels met aan elke tafel twee tweetallen. Er kan onmiddellijk begonnen worden met het fabriceren van shampoo, badzout, hoestdrank en tandpasta. De deuren gaan open, ouders en medeleerlingen staan al te wachten en lopen verwachtingsvol naar binnen. Ze ruiken een melange van pepermuntolie, lavendel, appel, jasmijn, roos en anijsolie. De kinderen zijn druk en zeer geconcentreerd bezig. Ze proberen zo nauwkeurig mogelijk te werken en geven de ouders uitleg bij wat ze doen. De ouders maken van de gelegenheid gebruik om verschillende producten in te kopen. Al met al is het de hele avond een drukte van belang geweest en kunnen we terugkijken op een zeer geslaagde avond.
De omzet van de avond bedraagt ongeveer *f.* 240,-. Daar gaat *f.* 36,- af als reserve voor het statiegeld. De gemaakte kosten zijn *f.* 100,-. Dit wil zeggen dat er nog zo'n *f.* 100,- overblijft. Het geld dat tijdens de avondverkoop is opgebracht, wordt gebruikt voor de aanschaf van nieuwe stoffen, zodat er volgend jaar een nieuw chemisch laboratorium geopend kan worden.

Opbrengsten

Wat levert zo'n project nou op voor het imago van de school, de buitenschoolse contacten, de didactiek en de kinderen? Groep 8 van basisschool 'De Hoeksteen' heeft zich op bijzondere wijze gemanifesteerd als 'topper'. Deze 'topper' heeft een drieledig karakter.
1. De school had een grote uitstraling naar buiten toe.
De ouders waren nieuwsgierig, kwamen vaak even in de klas kijken en praatten er onderling over. Ze vonden het leuk om de verhalen van de kinderen te horen en verheugden zich al op de open avond van het laboratorium en de winkel.
2. Het laboratorium had een grote uitstraling naar binnen toe
Leraren van de andere groepen kwamen om de beurt op maandagmiddag een kijkje nemen in het laboratorium. Ze zagen dat de leerlingen volop geconcentreerd aan het werk waren en genoten van de geuren die in de gang bleven hangen. De leerlingen gaven





Het grote moment: wat vindt de 'consument' van ons product?



graag uitleg over wat ze aan het doen waren. Ze waren trots op hun werk. De labjassen maakten het beeld compleet. Ze waanden zich in een echt laboratorium. Ook de leerlingen van de andere groepen waren geïnteresseerd in het geheel. Ze hopen dat ze dit ook mogen meemaken in groep 8.
3. De leerlingen werden uitgedaagd een 'meesterstuk' te leveren.
Er werd in het laboratorium niet gewerkt vanuit de eis van een gemiddelde prestatie, maar vanuit de eisen die de betrokken kinderen vanuit zichzelf stelden. Ieder kind had gekozen voor zijn 'eigen' afdeling en had van tevoren daar goed over nagedacht. Zo hebben ze de keus gehad wat ze wilden doen en met wie ze graag samen wilden werken. Doordat ze zelf die keus hebben gemaakt, voelden ze zich betrokken en verantwoordelijk. Ze wilden het echt goed doen.
De leerlingen zijn op deze manier vakoverstijgend bezig geweest. De prijzen van de producten werden berekend, reclameposters werden gemaakt, uitnodigingen voor de open avond gingen de deur uit en er werd veel onderling overleg gepleegd tussen de verschillende afdelingen. Daarbij moesten de leerlingen goed naar elkaar luisteren, open staan voor elkaars ideeën en rekening houden met elkaar.

Buitenschoolse contacten

Met 'De klas als chemisch laboratorium' heeft de school contact gelegd met Stichting C3 in Amsterdam. C3 heeft de school voorzien van het lespakket met daarin alle benodigde materialen als pipetten, maatcilinders, maatbekers, etc. Voor de aanvullende stoffen hebben we goed contact onderhouden met de plaatselijke drogisterij. De leerlingen hebben er bij toerbeurt een kijkje genomen en elke woensdagochtend haalden twee leerlingen van de in- en verkoop bij de drogisterij lege hulsjes van fotorolletjes om ze vervolgens te laten vullen met badzout door de afdeling productie. Het Bonifatius College in Utrecht heeft de school voorzien van benodigde stoffen die niet bij een drogisterij of apotheek te koop waren.
Ook is het de bedoeling jaarlijks een excursie te organiseren naar een tandpasta-of shampoofabriek, zodat de leerlingen kunnen ervaren hoe een productiebedrijf 'in het echt' te werk gaat.

Didactiek

In 'De klas als chemisch laboratorium' heerst een eigen schoolcultuur en werkklimaat. De klas ademt een sfeer uit van een actiecentrum. Zodra op maandagmiddag het laboratorium wordt geopend zijn de leerlingen druk in de weer met hun taken:
- de productieafdeling doet de jassen aan en gaat aan de slag;
- het magazijnbeheer reikt de benodigdheden aan en ziet er op toe dat het weer afgewassen terugkomt;
- de leden van de administratie zitten achter de computer om de in de taalles gemaakte bijsluiters uit te typen;
- de reclame-afdeling is druk bezig met het ontwerpen van posters en
- de in- en verkoop inventariseert samen met het magazijnbeheer wat er aan stoffen moet worden ingekocht.

Het lijkt een mierenhoop. Maar het is een drukte waarin iedereen perfect weet wat er moet gebeuren.
Elke vrijdagmiddag wordt er klassikaal besproken wat we de maandag erop gaan doen en is er ruimte voor het inbrengen van nieuwe ideeën. Ook is dit een rustpunt om te kijken hoe het tot nu toe is gegaan. Moeten er regels worden opgesteld of bijgesteld, is er een vergadering nodig, zijn er problemen en natuurlijk: wat ging er goed?
Mondelinge communicatie is in het laboratorium van groot belang en er wordt veel aandacht besteed aan de manier waarop die verloopt.

Het eindproduct moet wel verkocht kunnen worden.







Stichting C3 stelt uitleenkisten beschikbaar met diverse pakketten 'Spelen met chemie'.

Het eindprofiel van de leerling

Een leerling die van basisschool 'De Hoeksteen' afkomt, is zich bewust van een aantal chemische processen in het dagelijkse leven. Ze hebben ervaren hoe het is om met chemie om te gaan en nemen daarbij de noodzakelijke veiligheid in acht. Ook het proces van recycling hebben ze van dichtbij ervaren en ze zien in dat er duurzaam gewerkt kan worden. De leerlingen hebben een rijker beeld van chemie verkregen: ze zien chemie als uitdagend en zullen het niet snel uitsluitend associëren met grote bedrijven en vervuiling.
De leerlingen hebben geleerd om in een team te werken, rekening met elkaar te houden en op een prettige manier met elkaar om te gaan. Ze weten dat aan een bepaalde keuze een bepaalde verantwoordelijkheid zit.
Een bodem gelegd voor iets meer studenten chemie? ❑

DNA-chip voor waterkwaliteitsmeting

Binnenkort zal het mogelijk zijn om de microbiologische kwaliteit van drinkwater in minder dan vier uur te controleren. Met de huidige methode is daarmee enkele dagen gemoeid.

Het Franse waterleidingbedrijf Lyonnaise des Eaux, in 1985 de eerste bij de introductie van membraantechnieken bij de behandeling van drinkwater, hoopt op niet al te lange termijn een flinke technologische stap vooruit te zetten bij de kwaliteitscontrole van drinkwater. Met behulp van een DNA-chip kan snel de microbiologische kwaliteit geanalyseerd worden.

Het bedrijf werkt daartoe samen met het eveneens Franse biomedische onderzoeksinstituut BioMérieux in Lyon.

Men hoopt binnen twee jaar een 'puce à ADN (DNA-chip) te ontwikkelen die in staat is simultaan binnen vier uur de 24 ziekteverwekkende micro-organismen (bacteriën, virussen, parasieten) te detecteren die deel uitmaken van de mondiale richtlijnen voor drinkwater.



Kosten: slechts 600 gulden

Een grote stap vooruit als men in ogenschouw neemt dat de huidige analysemethode enkele dagen vergt en die slechts één micro-organisme kan detecteren. Voor ieder organisme is een aparte analyse nodig.

Daarbij kost een volledige analyse met de huidige methode maar liefst 6100 gulden, de nieuwe methode slechts 600 gulden!

Deze nieuwe ontwikkkeling is van groot belang voor de volksgezondheid, immers nu kan men in vier uur tijd gevaarlijke verontreinigingen constateren en dus binnen zeer korte tijd adequate maatregelen nemen.

De technologie die nodig is voor het maken van 'genechips' is afkomstig uit de VS. Deze chips bestaan uit een substraat van 1 cm², waarop enkele duizenden moleculaire sondes zijn geënt. Deze zijn in staat om identieke DNA stukjes die specifiek zijn voor de ongewenste micro-organismen in het water, te herkennen en zich eraan te koppelen. Het aflezen van de chip gebeurt met een laser die de gekoppelde moleculen herkent op basis van een fluorescentie. Daarna is er een computeranalyse nodig om de gevonden koppelingen te ontrafelen en te komen tot een identificatie van het micro-organisme.

Uiterst gevoelige detectie

De nu in ontwikkeling zijnde analysetechniek is niet alleen veel sneller en goedkoper, maar daarnaast nog eens veel gevoeliger dan de huidige methodes.

Met de chip kan men een specifiek micro-organisme identificeren en niet alleen maar een familie van organismen zoals nu het geval is.Zo is uit experimenten gebleken dat bijvoorbeeld moeilijk te identificeren bacteriën die zich nog al eens in de waterleidingen van ziekenhuizen ontwikkelen met de nieuwe techniek te vinden zijn; bovendien kan worden geconstateerd of deze potentiële infectieuze organismen levensvatbaar zijn en zich kunnen vermeerderen. Met de huidige methode wordt in de regel pas ingegrepen als er al sprake is van infecties en ziekteverschijnselen.

De ambitie van Lyonnaise des Eaux is om de 'puce à ADN' de norm te laten zijn op het gebied van drinkwater. De potentiële markt gaat echter veel verder dan alleen drinkwater. De nieuwe methoden zijn ook toepasbaar in de farmaceutische en agrovoeding industrie. Terwijl de preventiecontrole in ziekenhuizen, hotels en dergelijke ook een grote markt lijkt te zijn. Momenteel worden in Frankrijk jaarlijks zo'nn 500.000 microbiologische analyses uitgevoerd.

Bron: TWA 99-05 ❑

BIOMASSA: EEN BELANGRIJKE ENERGIEBRON VOOR DE TOEKOMST

Peter Juijn
Videm Communicatie

Resthout, snoeiafval, GFT, stro, mest, zuiveringsslib en olifantsgras, maar ook afval van groenten en fruit en alles wat vroeger de schillenboer ophaalde. Allemaal voorbeelden van energiebronnen die in de toekomst een grote rol kunnen gaan spelen in de energievoorziening. Niet alleen in Nederland maar overal in de wereld.

Nu nog op de composthoop, in de toekomst naar het tankstation



Iedereen heeft wel eens een kampvuurtje gestookt om het warm te krijgen. Slechts weinigen zullen zich bewust zijn dat ze toen bio-energie hebben opgewekt, één van de vormen van duurzame energie. Onder bio-energie wordt alle energie verstaan die is opgewekt uit organisch materiaal –biomassa- zoals hout, stro, mest en zuiveringsslib. Nu kun je vraagtekens plaatsen bij het duurzame karakter van een kampvuurtje, omdat bijvoorbeeld de meeste warmte direct opstijgt. Als in de wereld van duurzame energie over bio-energie wordt gesproken, gaat het dan ook niet over kampvuurtjes, maar over moderne en efficiënte technieken om biomassa om te zetten in warmte, elektriciteit en vloeibare of gasvormige energiedragers.

Verbranden

De omzettingstechniek die tot nu toe het meest wordt toegepast, is verbranding. Resthout dient bijvoorbeeld als brandstof voor warmtekrachtinstallaties. Het aantrekkelijke daarvan is dat er zowel duurzame warmte, als duurzame elektriciteit bij ontstaat. Een andere vorm van verbranding is het meestoken van hout in grootschalige kolencentrales. Dit gebeurt inmiddels in Nederland op een aantal plaatsen. Zo wordt in Nijmegen verpoederd hout meegestookt, stookt de centrale op de Maasvlakte geperste houtkorrels mee en de Hemwegcentrale gedroogd slib. Meestoken is om twee redenen een aantrekkelijke optie. De eerste is dat grootschalige centrales elektriciteit opwekken met een aanzienlijk hoger rendement dan kleine biomassa-installaties. De tweede reden is dat voor een groot deel gebruik kan worden gemaakt van aanwezige installaties en infrastructuur. Daardoor zijn relatief weinig investeringen nodig, wat economisch natuurlijk gunstig is.



Andere technieken

Naast verbranding zijn er drie andere omzettingstechnieken: vergassing, vergisting en technieken om biomassa om te zetten in vloeibare brandstoffen. Vergassing staat nog min of meer in de kinderschoenen. Bij deze techniek wordt biomassa door verhitting, met weinig zuurstof, omgezet in een gasvormige brandstof. Deze is vervolgens te gebruiken in gasgestookte ketels en energiecentrales. Dat gebeurt bijvoorbeeld in de Amercentrale in Geertruidenberg. Het gas is ook te gebruiken om een gasturbine aan te drijven. De verwachting is dat vergassing in combinatie met een gasturbine een hoger rendement heeft dan het verbranden van biomassa in een warmtekrachtinstallatie.

Vergisting is een omzettingstechniek die vooral geschikt is voor natte biomassastromen zoals mest, GFT en slib. Bacteriën zetten hierbij, in een omgeving zonder zuurstof en bij een lage temperatuur, de biomassa om in biogas. Na zuivering heeft dat dezelfde kwaliteit als aardgas. Op vuilstortplaatsen ontstaat door vergisting ook biogas. Vaak wordt dit opgevangen en gebruikt.

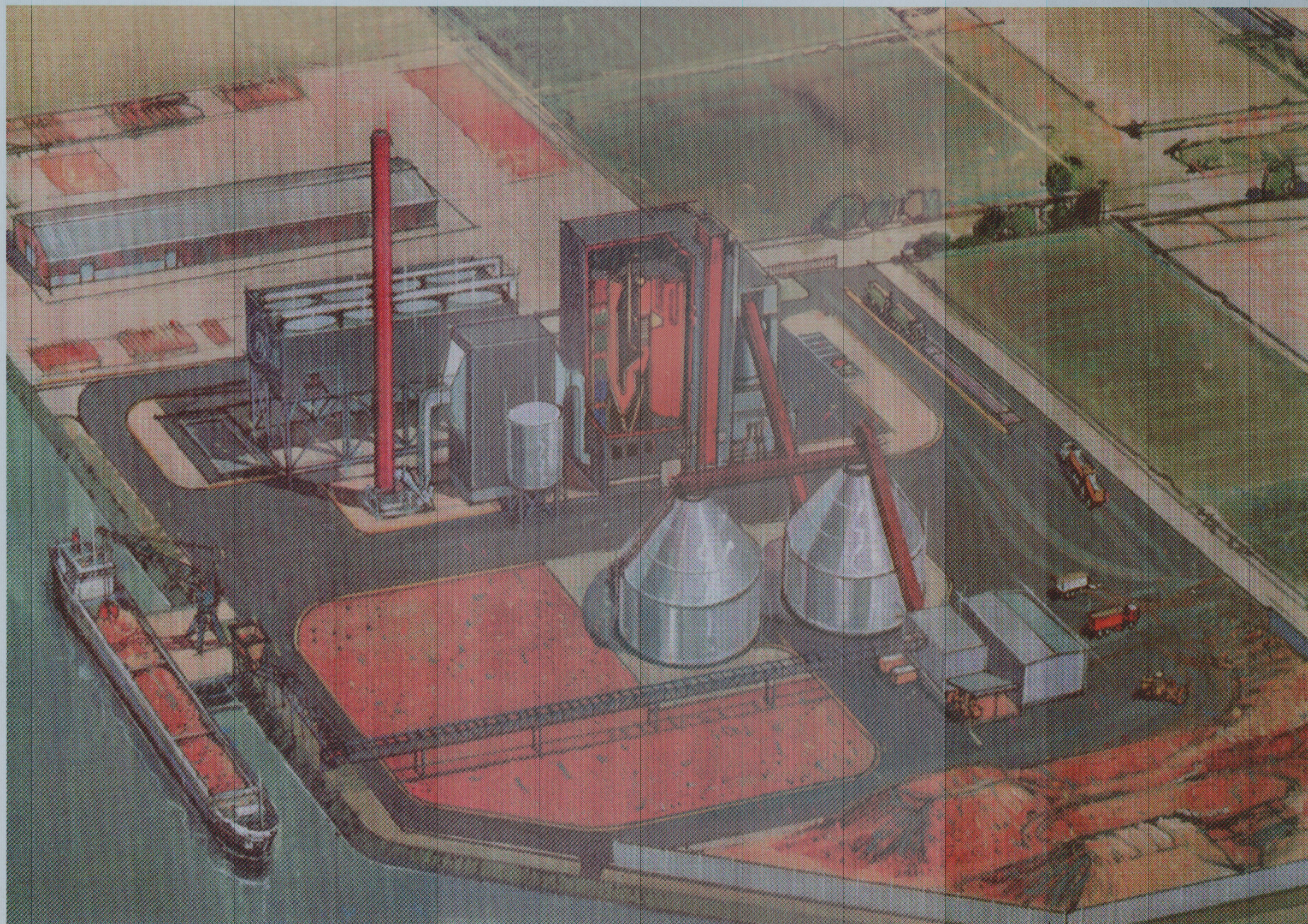
Voor de omzetting van biomassa in vloeibare brandstoffen bestaan diverse technieken. Zo kan van suikerbieten met behulp van bacteriën bio-ethanol worden gemaakt en van koolzaad bio-diesel. Een veelbelovende techniek is hydro thermal upgrading (HTU), waarbij biomassa wordt omgezet in een olieachtig product. Een Nederlands consortium werkt aan de ontwikkeling van deze techniek. De verwachting is dat HTU rond 2001 voor het eerst op commerciële schaal toepasbaar is.

Beschikbare biomassa

Er zijn veel (rest)stromen beschikbaar, die zijn in te zetten als biomassa. Gedacht kan worden aan plantsoen- en snoeiafval van gemeenten, dunningshout uit bossen, industriële restproducten zoals zaagresten uit de houtindustrie, cacaodoppen, papierslib, agrarische residuen, mest en speciaal geteelde

Energiecentrale stookt op dunningshout

De energiebedrijven PNEM en MEGA hebben in het Brabantse Cuijk een bio-energiecentrale gebouwd die volledig zal worden gestookt op dunningshout, zaagresten en dergelijk. Per jaar gaat het om een hoeveelheid van 250.000 ton. De centrale heeft een elektrisch vermogen van 24 MW. De Cuijkse centrale is geoptimaliseerd op elektriciteitsproductie en niet op warmte. De reden is dat de potentiële warmte-afnemers de prijs van de opgewekte warmte te hoog vinden. Dat hangt samen met de relatief hoge brandstofkosten en het feit dat voor geproduceerde 'groene warmte' nog geen vergoeding wordt gegeven, zoals al wel gebeurt voor duurzaam opgewekte elektriciteit.



De nieuwe biomassacentrale in het Brabantse Cuijk heeft een vermogen van 24 megawatt. Bron: Energy Systems BV



In 2020 moet ruim een kwart van alle opgewekte duurzame energie zijn geproduceerd uit biomassa. Als blijkt dat in Nederland niet voldoende biomassa aanwezig is kunnen we het gat dichten door energiegewassen in eigen land te telen of biomasse te importeren.
Foto: Novem/Hans Pattist



Of grootschalige energieteelt in Nederland van de grond zal komen is nog onduidelijk omdat een landbouwareaal van 20.000 tot 30.000 hectare nodig is.
Foto: Novem/Hans Pattist

energiegewassen.
Een nadeel van de meeste soorten biomassa is dat ze vrij volumineus zijn. Transport over grote afstanden is daardoor duur. In de praktijk betekent dit dat een installatie voor biomassa het beste kan staan vlakbij de plek waar de biomassa vrijkomt. Héél gunstig is het als in de directe omgeving dan ook nog een afnemer van de geproduceerde warmte gevestigd is. Er is ook een andere reden waarom een installatie dichtbij de biomassa-bron vaak het meest aantrekkelijk is: veel biomassa-reststromen die vrijkomen bij de industrie vallen onder de afvalwetgeving. Dat houdt in dat een vergunning vereist is om deze biomassa te transporteren. Verwerking door het bedrijf waar de biomassa vrijkomt, is wel toegestaan. Vanzelfsprekend geldt daarbij dat de biomassa-installatie moet voldoen aan emissievoorschriften.

Import en teelt

Nederland heeft grootse plannen met bio-energie. Zo moet in 2020 ruim een kwart van alle opgewekte duurzame energie zijn geproduceerd uit biomassa. Daarvoor is in Nederland wellicht niet voldoende biomassa aanwezig. Het eventuele 'gat' kan op twee manieren worden gedicht: via import van biomassa en via teelt van energiegewassen in eigen land.
Bij import kan worden gedacht aan houtchips uit landen met veel bosbouw en op de langere termijn aan biocrude die bijvoorbeeld is geproduceerd in tropische landen. Energie-gewassen zijn land- en bosbouwproducten die speciaal voor energieopwekking worden geteeld. Voorbeelden zijn wilgen, populieren, hennep en olifantsgras. Of grootschalige energieteelt in Nederland van de grond zal komen is nog onduidelijk, onder andere omdat voor een substantiële bijdrage een landbouwareaal nodig is van 20.000 tot 30.000 hectare.

Gecombineerde functies

Het is de vraag of het reserveren van landbouwgrond voor de teelt van energiege-wassen in ons dichtbevolkte land een haalbare optie is. Duidelijk is in ieder geval dat de perspectieven voor energiegewassen toenemen als de teelt wordt gecombineerd met andere functies. Gedacht kan worden aan percelen met energiegewassen als bufferzone tussen natuurgebieden en intensief gebruikte landbouwgebieden of energieteelt als onderdeel van recreatiegebieden. Andere opties zijn de teelt van energiegewassen op akkers die tijdelijk braak moeten liggen en

niet gebruikt mogen worden voor de teelt van voedingsgewassen, en stroken met energieteelt als visuele en akoestische schermen langs autowegen of spoorlijnen. Een heel andere combinatie is de teelt van energiegewassen die eerst worden gebruikt als grondstof voor houtvezelplaten en pas dienen voor het opwekken van energie als deze platen in de afvalfase zijn terechtgekomen.

Sterke groei

Bio-energie ontwikkelt zich snel in Nederland. De groei is voor een groot deel gerealiseerd door de energiebedrijven die met de overheid de afspraak hebben om in 2000 drie procent duurzame elektriciteit te produceren. Bij het bereiken van deze doelstelling spelen bio-energieprojecten een essentiële rol; de prognose is dat bijna de helft van de duurzame elektriciteit in 2000 zal zijn opgewekt met biomassa. Daarbij is nog geen rekening gehouden met de aangekondigde verhoging van de regulerende energiebelasting (REB) die momenteel wordt teruggesluisd naar producenten van duurzame elektriciteit en de verwachte uitbreiding van de terugsluisregeling tot duurzame warmte. Immers, dan wordt het stoken van een warmtekrachtinstallatie op biomassa extra aantrekkelijk, omdat dan zowel voor de opgewekte elektriciteit als warmte een vergoeding geldt. Heel belangrijk voor de verdere ontwikkeling van bio-energie blijft overigens de vraag hoe de overheid duurzame energie zal gaan stimuleren, als de afspraak met de energiebedrijven afloopt.

Strategie

Bij het stimuleren van bio-energie speelt Novem (de Nederlandse onderneming voor energie en milieu bv) een belangrijke rol met het programma EWAB (Energiewinning uit afval en biomassa). Het programma richt zich op de ontwikkeling, demonstratie en marktintroductie van bio-energie en energie uit afval. Tussen 1992 en 1997 was dit het enige overheidsprogramma dat zich met bio-energie bezighield. Inmiddels is die situatie gewijzigd en zijn ook diverse andere programma's actief. Met de komst van die programma's is EWAB tevens een coördinerende rol gaan vervullen om de R&D-programmering af te stemmen rond bio-energie en energie uit afval. Vanuit die rol heeft Novem een strategie ontwikkeld om te zorgen dat de snelle groei van bio-energie zich blijft voortzetten. Deze strategie gaat uit van een soort tweesporenbeleid: als eerste stimuleren dat biomassa wordt meegestookt in bestaande grootschalige centrales en dan decentrale, kleinschaliger energieopwekking bevorderen op plaatsen waar voldoende biomassa beschikbaar is, of waar de opgewekte energie goed is af te zetten. ❑





Groene stroom en andere regelingen

Er zijn verschillende regelingen die tot doel hebben de toepassing van duurzame energie te bevorderen en het prijsverschil tussen deze vorm van energie en traditioneel opgewekte energie te beperken. Zo heeft de overheid verschillende fiscale regelingen in het leven geroepen die de mogelijkheid bieden investeringen in duurzame energie versneld af te schrijven. Dat levert investeerders een aanzienlijk belastingvoordeel op. Een andere regeling, Groen Beleggen, biedt de mogelijkheid geld te lenen tegen een lagere rente dan de marktrente. Daarnaast zijn er verschillende subsidieregelingen die een deel van de kosten van bijvoorbeeld haalbaarheids- of demonstratieprojecten betalen. De regulerende energiebelasting (REB) is ook een instrument waarmee de toepassing van duurzame energie wordt gestimuleerd. Energiegebruikers betalen over een bepaald deel van hun gas- en elektriciteitsgebruik een heffing. De energiebedrijven mogen deze heffing gebruiken om producenten van duurzame energie een extra vergoeding te geven. De REB wordt dan 'teruggesluisd'.

Energiebedrijven stimuleren duurzame energieopwekking verder met de verkoop van duurzame energie, zoals groene stroom. Hiervoor ontvangen ze iets meer dan voor traditionele energie. De extra opbrengst gebruiken ze om te investeren in duurzame energie.

De publicatie 'Financiële Stimuleringsregelingen Duurzame Energie' geeft een overzicht van alle regelingen. De publicatie is te verkrijgen bij het Projectbureau Duurzame Energie, tel.: 0900 9892, e-mail: info@duurzame-energie.nl.



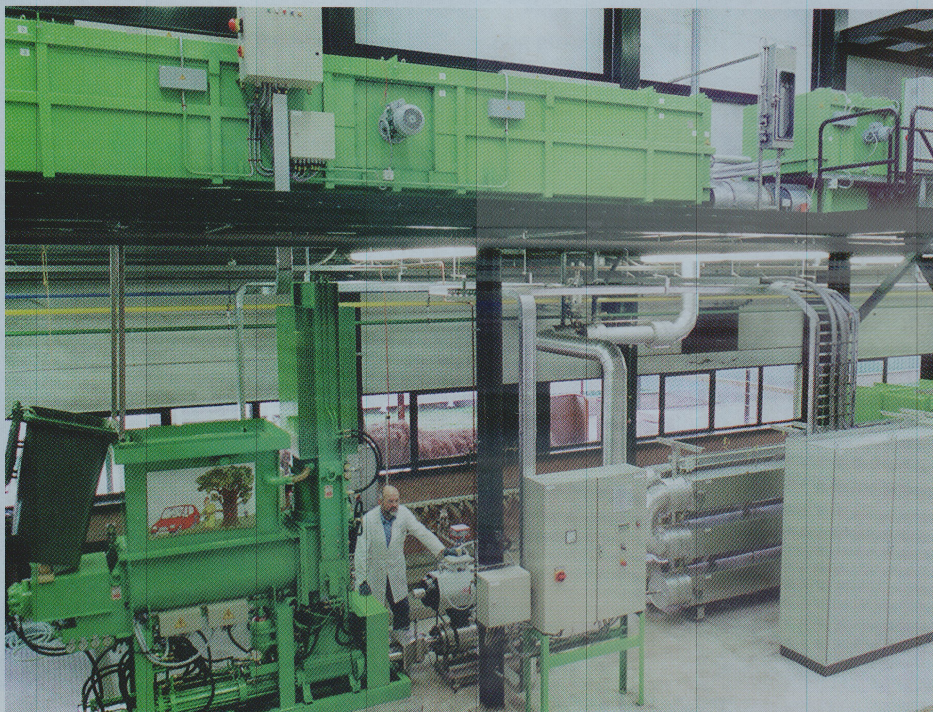
Bio-energiebronnen zijn onder andere resthout, snoeiafval, GFT, stro, mest, zuiveringsslib en olifantsgras. Energiegewassen, zoals wilgen, populieren, hennep en myscanthus, zijn land- en bosbouwproducten die speciaal voor energieopwekking worden geteeld.
Foto's: Novem/Hans Pattist



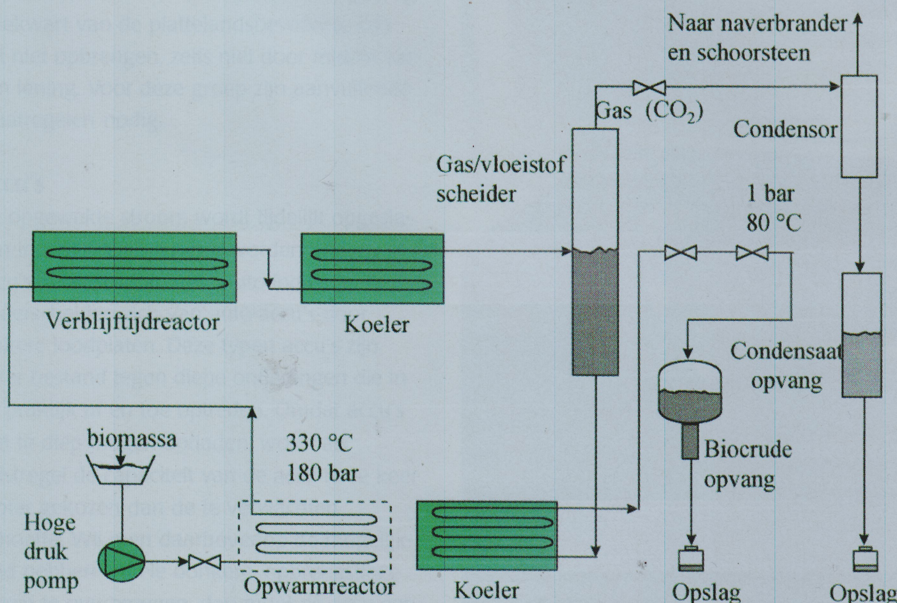


Hydro thermal upgrading

Bij hydro thermal upgrading (HTU) wordt biomassa gedurende tien tot vijftien minuten onder hoge druk (120 tot 200 bar) gebracht bij een temperatuur van 330 tot 350âC. Door dit proces, chemisch kraken genoemd, ontstaat per kilo biomassa ongeveer een halve kilo biocrude. Dat is een olieachtige substantie die een vergelijkbare samenstelling heeft als ruwe olie. Biocrude heeft een hoge energiedichtheid en kan worden omgezet in hoogwaardige transportbrandstoffen. Bij het kraken komt naast biocrude CO_2, waterstof, methaan en koolmonoxide vrij. Een deel van deze gassen is brandbaar en kan worden gebruikt voor het verhitten van de biomassa.
HTU heeft in vergelijking met de andere omzettingstechnieken diverse voordelen. Zo is de techniek geschikt voor alle soorten biomassa en minder plaatsgebonden dan de andere technieken, omdat de biocrude makkelijker is te transporteren. Bij verbranding van biomassa in een warmtekrachtinstallatie is het bijvoorbeeld belangrijk dat er in de directe omgeving afnemers voor de geproduceerde warmte zijn.
Een ander voordeel is dat HTU, in tegenstelling tot verbranding en vergassing, geen last heeft van natte biomassa. Sterker nog, een hoog vochtgehalte is zelfs aantrekkelijk omdat het proces dan eenvoudiger onder hoge druk is te houden. Natuurlijk heeft HTU ook een belangrijk nadeel: de techniek moet nog een heel ontwikkelingstraject doorlopen en is voorlopig nog veel te duur. Zo is biocrude geproduceerd uit hout (uitgaande van een kostprijs van ƒ 85,- per ton) op dit moment nog ruim twee maal zo duur als aardolie. De verwachting is dat de prijs van beide producten in het tweede decennium van de volgende eeuw ongeveer hetzelfde zal zijn.



Op 7 oktober jl. opende minister mw.A.Jorritsma van Economische Zaken, bij TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie (TNO-MEP) te Apeldoorn op feestelijke wijze de HTU-proefinstallatie. Deze proefopstelling is de eerste die uit biomassa duurzame energie produceert in de vorm van een olie-achtige vloeistof, zogenoemde 'biocrude' of 'groene ruwe olie'. De ervaring die met de proefinstallatie wordt opgedaan, moet het mogelijk maken vanaf 2001 commerciële installaties te bouwen voor duurzame energie uit biomassa.(Red.)



Korte CO_2-kringloop

De toepassing van fossiele brandstoffen zoals steenkool, olie en gas zorgt voor een toename van de hoeveelheid koolstofdioxide (CO_2) in de atmosfeer. Aangezien dit gas een belangrijke veroorzaker is van het broeikaseffect, probeert de overheid het gebruik van fossiele brandstoffen terug te dringen. Eén van de wegen die daarbij wordt bewandeld, is het stimuleren van duurzame energie zoals de omzetting van biomassa in bio-energie. Ook bij deze omzetting komt CO_2 vrij. De totale hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer verandert hierdoor echter niet. Bomen en planten nemen de vrijgekomen CO_2 namelijk tijdens hun groei weer op uit de lucht en zetten dit via fotosynthese om in plantaardige bouwstoffen. In vergelijking met fossiele brandstoffen, waarbij de vrijkomende CO_2 miljoenen jaren eerder was vastgelegd, wordt bij biomassa dan ook gesproken van een korte CO_2-kringloop.

AMBITIEUZE 'STAD VAN DE ZON' WORDT CO_2-NEUTRAAL

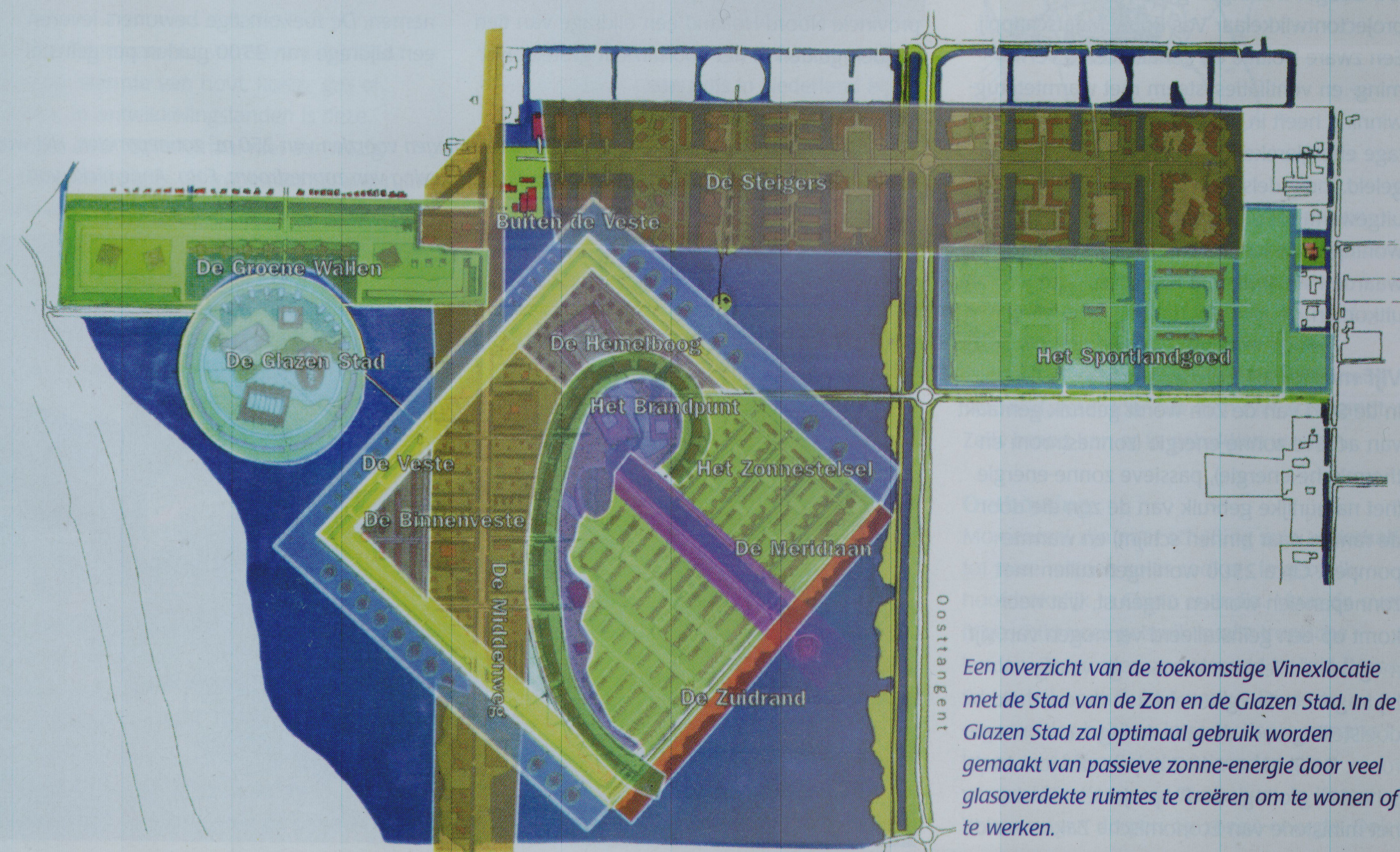
Cees Bakker
Illustraties: Kuiper Compagnons/Gemeente Heerhugowaard

In het volgende millennium beleeft Nederland een primeur. In Noord-Holland zal de eerste emissieloze stad verrijzen. In de 'Stad van de Zon' wordt de Trias Energetica letterlijk toegepast: 1) dring de energiebehoefte terug; 2) wek de benodigde energie op met duurzame bronnen; 3) wek de resterende energiebehoefte zo efficiënt mogelijk op. Met de Stad van de Zon borduurt de gemeente Heerhugowaard voort op het energiezonnige concept.

'Energiezoinig', zegt de Westfries. De Noord-Hollandse gemeente Heerhugowaard was al vroeg energiezuinig. Energiezonnig werd Heerhugowaard toen in 1991 de daken van tien huurwoningen door energiebedrijf PEN (thans NUON) werden voorzien van zonnepanelen voor de opwekking van elektriciteit. Het was een proefproject op weg naar een grootschalige toepassing van deze techniek. Sinds de oplevering van deze tien 'zonnewoningen' noemt Heerhugowaard zich 'energiezonnige gemeente'. Dat wil de gemeente ook uitstralen. In het gemeentehuis wordt gebruikt gemaakt van een zonneboiler en de opbrengst is op een paneel in de hal van het gebouw af te lezen. Met de 'Stad van de Zon', gelegen op de Vinexlocatie HAL (dat de gemeenten Heerhugowaard, Alkmaar en Langedijk omvat) willen de drie gemeenten voortborduren op het energiezonnige concept.

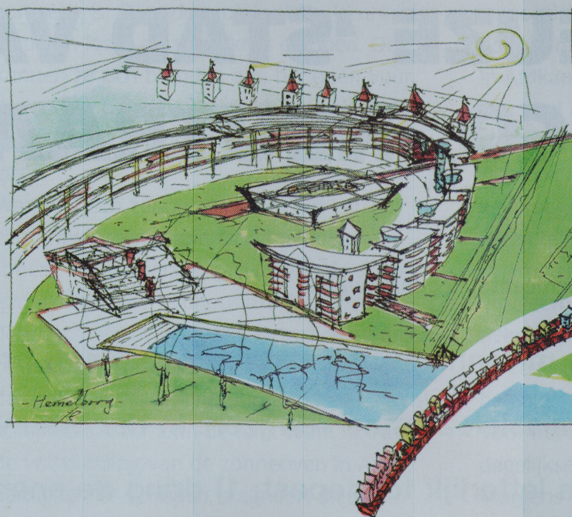
CO_2-neutraal

Heerhugowaard-Zuid is het gebied dat de drie

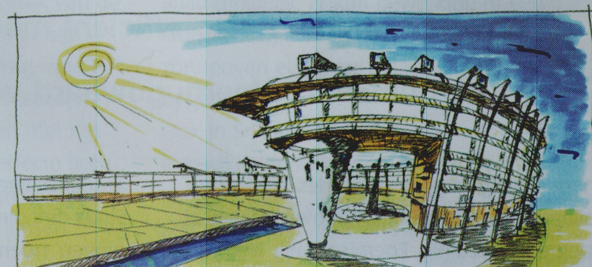


Een overzicht van de toekomstige Vinexlocatie met de Stad van de Zon en de Glazen Stad. In de Glazen Stad zal optimaal gebruik worden gemaakt van passieve zonne-energie door veel glasoverdekte ruimtes te creëren om te wonen of te werken.

gemeenten hebben gekozen om een woonproject te realiseren dat qua energiegebruik energieneutraal moet worden. Het centrum van het gebied ligt temidden van een natuurlandschap. Het oogt als een kleine stad die als een vesting uit het omliggende water oprijst. De Stad van de Zon heeft een op de zon gerichte ligging en de inrichting moet leiden tot een netto CO_2-uitstoot van nul. Om de CO_2-neutrale doelstelling te bereiken zal zoveel mogelijk gebruik gemaakt worden van zonne-energie. Als er dan nog kooldioxide wordt uitgestoten kan dit worden gecompenseerd door de aanplant van een recreatiebos of andere duurzame energiebronnen zoals windenergie.



Het einde van De Hemelboog aan Het Brandpunt.



Energiebesparing thuis

Een plan voor een duurzame wijk op basis van zonne-energie komt niet zomaar uit de lucht vallen. Daar zijn in Heerhugowaard jaren van actief energiebeleid aan vooraf gegaan. Al vanaf begin jaren tachtig voert de gemeente allerlei besparingsacties uit in haar eigen gebouwen en worden hoge eisen gesteld aan de energetische kwaliteit van nieuwe gebouwen. De inwoners werden met diverse acties gestimuleerd tot energiebesparing thuis. Een zonneboileractie verspreidde zich als een olievlek over de regio. Ook bij het bouwen van nieuwe woningen is er aandacht voor energiebesparing. In de regio zijn veel ISO-Budget woningen gebouwd door projectontwikkelaar Vos Bouw Maatschappij. Een zware isolatie en gebalanceerd verwarming- en ventilatiesysteem met warmteterugwinning heeft in dit type woningen tot een lage energierekening voor de bewoners geleid. Inmiddels is dit concept verder uitgewerkt tot een zogenaamde ISO^{++}-woning, waarvan de Energie Prestatiewaarden ver onder de wettelijke norm uitkomen.

Vijf megawatt zonnestroom

In de Stad van de Zon wordt gebruik gemaakt van actieve zonne-energie (zonnestroom en thermische energie), passieve zonne-energie (het natuurlijke gebruik van de zon die door de ramen naar binnen schijnt) en warmtepompen. Circa 2500 woningen zullen met zonnepanelen worden uitgerust, wat neerkomt op een geïnstalleerd vermogen van vijf megawatt. Hiermee kan een geweldige bijdrage worden geleverd aan de overheidsdoelstelling voor de opwekking van zonnestroom. De Stad van de Zon past daarom in de schaalvergroting van PV-projecten die door het ministerie van Economische Zaken wordt beoogd. Het aandeel PV binnen dit project is echter kostbaar. Om de energievoorzieningen in de Stad van de Zon te realiseren is in totaal zestig miljoen gulden nodig. Om ook ander financiers over de streep te trekken heeft de provincie Noord-Holland een bijdrage van tien miljoen gulden in het vooruitzicht gesteld. Het ministerie van Economische Zaken zal naar verwachting ongeveer de helft bijdragen. Energiebedrijf NUON steunt het project door gedurende tien jaar de garantie en het onderhoud van de zonnepanelen op zich te nemen. De toekomstige bewoners leveren een bijdrage van 3500 gulden per geïnstal-

Al in 1991 werden in Heerhugowaard tien rijtjeswoningen voorzien van 250 m² zonnepanelen. Het was een proefproject op weg naar een grootschalige toepassing van zonnestroom. Foto: Annemieke van Roekel



leerde kilowatt aan zonnepanelen. Dit bedrag komt overeen met een besparing op de energiekosten en financieringslasten gedurende de eerste tien jaar.

Optimale energievoorziening

Duurzaamheid is in alle fasen van de voorbereiding een integraal onderdeel van de Stad van de Zon. Aan alle milieuthema's (energie, groenvoorziening, water en mobiliteit) wordt veel aandacht besteed, terwijl de eisen die de gemeente stelt boven de standaard wettelijke eisen uitgaan. Het energiethema krijgt de meeste aandacht. Om de duurzame aspecten te realiseren is een Milieukwaliteitsplan opgesteld. TNO en ECN hebben onderzoek verricht naar de 'Optimale Energie Infrastructuur' om te bepalen hoe de energiehuishouding er in dit gebied uit zou moeten zien om de emissieneutrale doelstelling te halen. Hieruit kwam naar voren dat een forse reductie van de energiebehoefte mogelijk is door uitsluitend zonnestroom toe te passen en met warmtepompen en zonneboilers in de warmtebehoefte te voorzien. Een tweede optie was om een warmtekrachtvoorziening aan te brengen voor een compact cluster van circa zeshonderd woningen in het centrum van de Stad van de Zon; de andere woningen zouden dan deels met warmtekracht en deels met zonneboilers en warmtepompen van warmte worden voorzien. In de toekomst zou de warmtekrachtinstallatie door een brandstofcel (een nieuwe technologie met waterstofgas als brandstof) vervangen kunnen worden.

CO2-neutraal krijgt rapportcijfer tien!

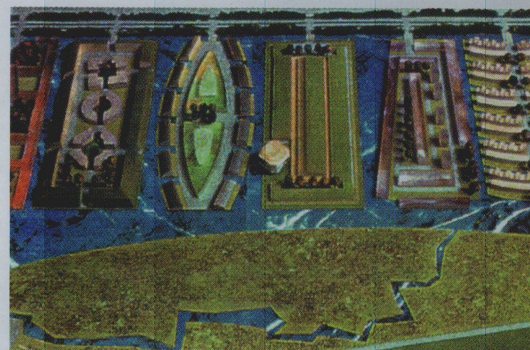
De eisen voor het energieverbruik van woningen worden sinds enkele jaren bepaald door middel van de 'Energie Prestatie Coëfficiënt' (EPC). Om de energiekwaliteit van een gehele nieuwbouwwijk te kunnen beoordelen wordt gebruik gemaakt van het begrip 'Energie Prestatie op Locatie' (EPL). Het is de bedoeling dat de EPL in de toekomst gebruikt zal worden om de energetische kwaliteitseisen aan te geven in de 'energievisie' die gemeenten moeten opstellen bij het ontwikkelen van nieuwe bouwlocaties. Anders dan de EPC, waarbij een cijfer onder de één een betere prestatie aangeeft, wordt de EPL uitgedrukt in een rapportcijfer van één tot en met tien, waarbij de wettelijke eisen uitkomen op een voldoende: een zesje. Het voorlopige plan voor de Stad van de Zon kwam uit op een EPL van 8,5. Als het doel - CO_2-neutraal - gerealiseerd wordt, zal de EPL op een tien uitkomen!

Woningen opgenomen in De Groene Wallen: groen naar buiten, serres en terrassen naar binnen.



Primeur voor Nederland

'Optimale Energie Infrastructuur' en het stedenbouwkundige plan worden momenteel verder uitgewerkt. Het woningontwerp voor isolatie wordt steeds verder geoptimaliseerd en daardoor nog zuiniger dan gepland. Zo daalt de EPC in de ISO++-woningen tot onder de 0,8. Voor de woningen in de laagste prijsklasse wordt een warmtepomp een dure investering voor de relatief geringe besparing die dan nog mogelijk is. Een hoogrendementsketel (HR) met een zonneboiler of zonne-combi (een gecombineerde zonneboiler-CV-ketel) lijken hier meer op hun plaats. Het is uitdrukkelijk de bedoeling dat de bewoners het resultaat van al de inspanningen in hun energierekening terugvinden. De bouwkundige voorzieningen en de installatie maken een zeer zuinig gasverbruik mogelijk. De vernieuwde ontwerpen worden door ECN doorgerekend en getoetst aan de CO_2-doelstelling.
Om de wijk voor honderd procent CO_2-neutraal te maken blijken nog meer maatregelen nodig te zijn: meer duurzame energie en een compensatie van de CO_2-uitstoot door een bos aan te planten in het recreatiegebied dat om de nieuwe wijk wordt aangelegd. Enkele windturbines in de recreatieve rand van de Stad van de Zon zouden door hun grote opbrengst aan schone elektriciteit kunnen bijdragen aan het uiteindelijke doel: de eerste emissieloze stad, een primeur voor Nederland.



De Steigers: wonen aan het water, elk onderdeel met eigen karakter en vorm.

De auteur is werkzaam als coördinator energiebeleid bij de gemeente Heerhugowaard ❑

Optimale Energie Infrastructuur voor de Stad van de Zon:

'Trias Energetica': de Drie Stappen Strategie. In de eerste plaats het terugdringen van de behoefte aan energie in de wijk; als tweede het zoveel mogelijk toepassen van *duurzame energie* en tenslotte de resterende behoefte aan energie zo *efficiënt* mogelijk opwekken uit fossiele bronnen;
Een sterk verlaagde warmtevraag in de toekomstige woningen;
Passieve zonne-energie, zonneboilers en circa vier megawatt zonnestroom zijn noodzakelijke elementen;
Naast een zoveel mogelijk duurzame opwekking van energie, een compensatie van de restuitstoot van koolstofdioxide door de aanleg van een bosgebied of de toepassing van andere duurzame bronnen zoals windenergie.

LANGZAAM OP WEG NAA

Zonneboiler nog te weinig status

De meest toegepaste techniek waarbij zonne-energie wordt benut is de zonneboiler. Met de zonneboiler wordt zonnestraling gebruikt om tapwater te verwarmen voor huishoudelijk of industrieel gebruik. Aan de techniek valt nauwelijks nog iets te verbeteren. Voor nieuwbouw is de zonneboiler al bijna een vanzelfsprekende zaak.

In Nederland ligt al circa 250.000 vierkante meter aan zonnecollectoren waarvan ongeveer de helft in de woningbouw. Grote zonthermische systemen worden toegepast in onder meer zwembaden, zorginstellingen, op campings, in hotels en vakantiewoningen. Ook de agrarische sector maakt van deze vorm van zonne-energie gebruik, bijvoorbeeld voor het drogen van bollen in kassen. Dit kan een energiebesparing opleveren van meer dan vijftig procent, een hele slok op een borrel voor energie-intensieve sectoren.

Hellingshoek

Een belangrijk onderdeel van het zonneboilersysteem is de collector die op het dak ligt en waardoor water stroomt dat wordt opgewarmd door de zon. De collector moet geplaatst zijn op de zonkant van de woning, tussen zuidwest en zuidoost en wordt schuin op het dak bevestigd. Op een plat dak wordt hij in een frame geplaatst, op een schuin dak direct op het dakbeschot. Een hellingshoek tussen de twintig en zestig graden is optimaal. Ook worden de collectoren wel verticaal aan de gevel bevestigd, maar dat komt niet zo vaak voor. Wat veel mensen denken is dat de collector alleen zijn werk doet als het helder weer is. Dat is niet het geval. Als het bewolkt is wordt het water evengoed verwarmd, al duurt dat wat langer dan bij mooi weer.

Centrale verwarming

Een zonneboilersysteem bestaat behalve uit een collector en een opslagvat uit een CV-ketel. Er zijn globaal vier typen zonneboilers: de standaardzonneboiler met een los voorraadvat dat binnenshuis is opgesteld en waarbij water in de collector circuleert dat zijn warmte via een warmtewisselaar afstaat; de compacte zonneboiler, waarbij de collector zelf als opslagvat dient en het te gebruiken warme water bevat; de CV-zonneboiler waarbij het warme water direct uit het opslagvat wordt getapt en de zonneboiler-combi, een combinatie van de hoogrendements CV-ketel en een zonneboiler. Bestond

In Nederland ligt al circa 250.000 vierkante meter aan zonnecollectoren waarvan de helft in de woningbouw.





R DE 400.000

Annemieke van Roekel
Foto's: Hans Pattist

De zonneboiler zou meer status moeten krijgen, vindt de Novem.



Een combinatie van actieve zonne-energie (zonneboiler) met passieve zonne-energie (serres die voor veel lichtinval in de woning zorgen)



Zonnecollectoren in combinatie met isolerende grasdaken



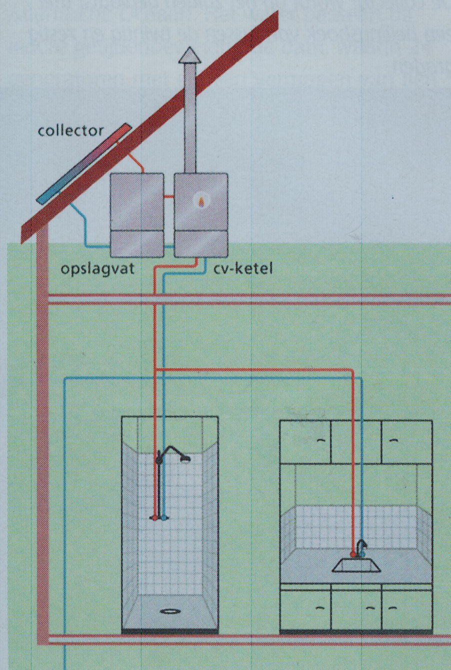
De collector wordt op het zuiden geplaatst met een hellingshoek van tussen de twintig en zestig graden.



een zonneboiler voorheen uit allerlei losse componenten, bij de moderne zonneboilers zijn alle componenten geïntegreerd in één geheel. Moderne huishoudelijke apparaten zoals wasmachines en vaatwasmachines kunnen aan een zonneboiler worden gekoppeld.
Voor bestaande woningen geldt dat het vervangen van de CV-ketel vaak een goed moment is om na te denken over de aanschaf van een zonneboiler. Financieel gezien is dit gunstig. Met een zonneboiler bespaart een huishouden tussen de 150 en 200 kubieke meter gas per jaar, wat neerkomt op meer dan honderd gulden. In nieuwbouw worden de meeste zonneboilers niet individueel maar projectmatig geplaatst. Sinds vorig jaar worden ongeveer evenveel zonneboilers in nieuwbouw als in de bestaande bouw geïnstalleerd.

Zo werkt een zonneboiler

Een zonneboiler bestaat uit een zonnecollector en een voorraadvat. De zonnecollector vangt zonlicht op. Zo'n collector (niet te verwarren met een zonnepaneel voor de opwekking van elektriciteit) ziet eruit als een groot dakraam en kan gemakkelijk op het dak worden aangebracht.
De vloeistof die door de collector stroomt, wordt door het zonlicht verwarmd en kan dan wel 90 °C worden. Deze door de zon verhitte vloeistof verwarmt leidingwater in een voorraadvat dat meestal op zolder wordt neergezet of aan de wand opgehangen. Het warme water uit het voorraadvat stroomt via de CV-ketel naar de kraan. Is het water te koud, dan brengt de CV-ketel het op temperatuur.





De afzet van grote zonneboilersystemen, zoals voor zwembaden, is in 1998 sterk gegroeid.

Subsidies

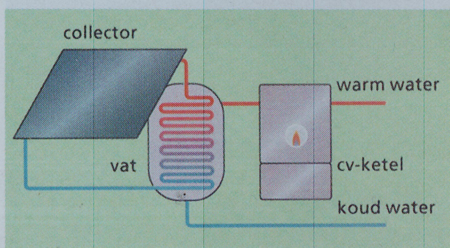
De aanschaf van een zonneboiler wordt gesubsidieerd door het ministerie van Economische Zaken via Senter. De subsidie voor de toepassing in nieuwbouwwoningen zal na het jaar 2000 misschien komen te vervallen, maar een financiële ondersteuning voor installaties in de bestaande bouw zal voorlopig worden gecontinueerd. Energiedistributiebedrijven geven vaak ook nog een tegemoetkoming in de kosten. De energiebedrijven houden zich steeds vaker bezig met duurzame energievoorzieningen. Van alle duurzame bronnen krijgen zonneboilers de meeste aandacht van energiebedrijven, zo bleek uit een enquête die begin dit jaar onder medewerkers van energiebedrijven werd gehouden. Ze verkopen niet alleen de systemen, maar zorgen ook voor installatie en onderhoud. Ook gemeenten geven soms subsidie bij de aanschaf. Voor de consument betekenen al die subsidies tezamen een reductie op de aanschafprijs van meer dan duizend gulden.



Zonnecollectoren worden soms ook tegen de gevel geplaatst. Maar een schuine opstelling geeft een betere energie-opbrengst.

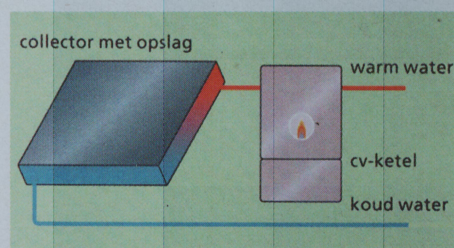
Standaardzonneboiler

Een standaardzonneboiler bestaat uit een collector van meestal circa 3 m² en een los voorraadvat van 80 tot 120 liter. De collectorvloeistof wordt rondgepompt in een gesloten circuit dat zijn warmte in het voorraadvat via een warmtewisselaar aan het leidingwater afgeeft. Een standaardzonneboiler heeft een CV-ketel met tapspiraal als naverwarmer nodig. Sommige moderne modulerende badgeisers kunnen ook als naverwarmer worden gebruikt. Een standaardzonneboiler heeft altijd een los voorraadvat. Door het vat hoger te plaatsen dan de collector, stroomt het warme collectorwater vanzelf naar het vat, zonder hulp van een pompje.

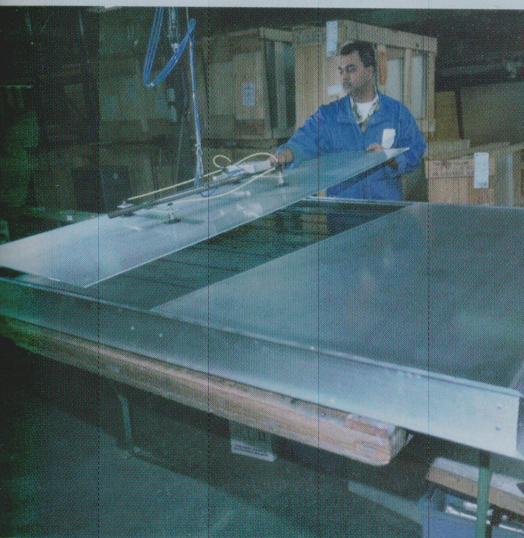


Compacte zonneboiler

Een compacte zonneboiler is een zonneboiler waarbij het leidingwater direct in een goed geïsoleerde collector wordt verwarmd. Er is dus geen apart voorraadvat nodig. De watervoorraad bedraagt 70 tot 170 liter. Een compacte zonneboiler heeft een combiketel nodig als naverwarmer. Sommige moderne modulerende badgeisers kunnen ook als naverwarmer worden gebruikt. Bij een compacte zonneboiler komt er alleen maar een collector op het dak. Omdat de watervoorraad in de collector zit, is deze dikker en zwaarder dan de collector van een standaardzonneboiler.







Groen comfort

Volgens Adrie van de Water van Novem zou de zonneboiler meer status moeten krijgen. "De consument moet het gebruik van de zonneboiler associëren met 'groen comfort'". Want dat de meeste zonneboilers meer comfort geven in het huishouden - een belangrijke trend in de wens van de hedendaagse consument - is volgens Van de Water een ding dat zeker is. Het comfort zit 'm in een 'onbeperkte' beschikbaarheid van warm water, net als bij een gasboiler of een elektrische boiler. Bij een geiser of een CV-combiketel krijgt degene die onder de douche staat nogal eens een koude straal als tegelijkertijd de afwas wordt gedaan. Mensen letten bij de afweging wel of geen zonneboiler te kopen nog te vaak alleen op de terugverdientijd, vindt Van de Water. "Over de hele levensduur is de aanschaf van een zonneboiler ongeveer kostenneutraal, terwijl je voor het milieu goed bezig bent en dat douchet toch een stuk lekkerder! Met zo'n 'energiebesparend dakraam' ben je bovendien een stuk minder afhankelijk van het energiebedrijf omdat je minder gas nodig hebt. Je ziet dat mensen die een nieuwe keuken aanschaffen wel enkele duizenden guldens extra over hebben voor een bijzonder kraantje en daarvoor helemaal geen prijsafweging maken."

Massaproductie is noodzakelijk voor een echte prijsdoorbraak.

Kleinschalige productie

De kostprijs van de zonneboiler is de laatste jaren geleidelijk naar beneden gegaan en heeft zich inmiddels gestabiliseerd. Van de Water: "Een verdere prijsdaling kunnen we alleen bereiken door middel van massaproductie en daarvoor moeten meer consumenten de zonneboiler aanschaffen. Nu wordt de zonneboiler nog kleinschalig in serie geproduceerd. Een deel van de productie gebeurt handmatig; een deel machinaal. Willen we toe naar interessante prijsdalingen dan hebben we echt een veel grotere afzetmarkt nodig."

Van de achttien zonneboilerleveranciers in Nederland produceert ongeveer een kwart de zonneboilers zelf en wordt de rest geïmporteerd uit onder andere Griekenland, Duitsland en Denemarken, landen waar de zonneboiler ook populair is. Ruim driekwart van het aantal zonneboilers dat in ons land wordt geïnstalleerd is overigens van Nederlands fabrikaat.

Convenant

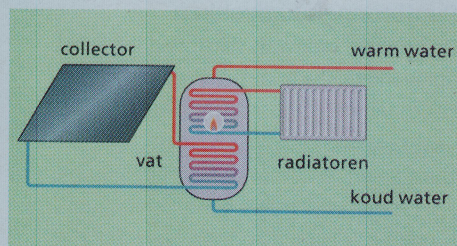
1997 wordt als jaar van de doorbraak van de zonneboiler beschouwd. Toen werden ruim 7500 systemen geïnstalleerd en kwam het totaal op 26.000. Momenteel zijn circa 40.000 systemen geïnstalleerd. De overheid wil in het jaar 2010 de 400.000 halen. In 1998 is de afzet niet verder gegroeid. Met het huidige tempo halen we de 400.000 pas over twintig jaar. Een nieuwe convenant dat begin dit jaar is gesloten en waar onder ander het ministerie van Economische Zaken, de zonneboilerindustrie, branche-organisaties, installateurs en energiebedrijven aan deelnemen moet garanderen dat we de 400.000 ook echt binnen tien jaar halen.

Vanaf 1991 heeft Novem actie gevoerd om de zonneboiler onder de aandacht te brengen van consumenten en bedrijven. Daar is nu met de algemene publiciteitscampagne over meerdere duurzame energiebronnen (de actie 'Duurzame Energie. Vanzelfsprekend') een einde aan gekomen. Want inmiddels is de markt voor zonneboilers een 'gezonde' markt aan het worden, is de steun van de overheid beperkter en liggen de meeste initiatieven bij de marktpartijen. ❑

Zonneboilercombi

Een zonneboilercombi is een grote CV-zonneboiler, waarin voorraadvat en CV-brander geïntegreerd zijn. Dit systeem geeft net als de CV-zonneboiler een forse straal warm water. De warmte in het vat wordt gebruikt voor tapwaterverwarming, uiteraard in gescheiden circuits. Een zonneboilercombi is dus warmwatertoestel en CV-ketel in één. Een zonneboilercombi komt in de plaats van CV-ketel en eventuele geisers.

De zonneboilercombi is door zijn grote watervoorraad in afmeting vergelijkbaar met een flinke boiler met een diameter van 65 cm en een hoogte van 145 cm.

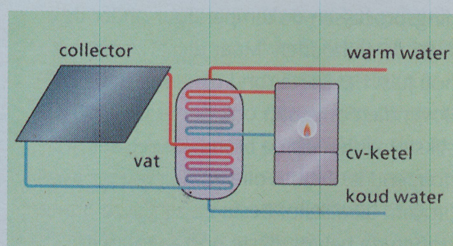


CV-zonneboiler

Dit is een standaardzonneboiler met een extra warmtewisselaar in het voorraadvat. Het vat heeft een inhoud van ongeveer 100 tot 240 liter. De extra warmtewisselaar is aangesloten op de CV-ketel. Er is dus geen aparte naverwarmer nodig. Omdat direct uit het voorraadvat wordt getapt is er een forse straal warm water en geen temperatuurval bij gelijktijdig tappen. Een CV-zonneboiler werkt in principe op elke CV-ketel.

Bij een elektrische zonneboiler, waarin het leidingwater wordt bijverwarmd door een elektrisch element, is geen CV-ketel nodig.

(Bron: Novem Brochure)



ROOK: BACTERIËN LUSTEN ER

Peter Nieuwenhuizen

Zolang het nog niet mogelijk is om al onze benodigde energie op een schone manier op te wekken zullen er fossiele brandstoffen, zoals olie, gas en kolen, moeten worden verbrand. Met rook als bijproduct. De Nederlandse industrie ontwikkelt een milieuvriendelijke methode om rook te ontdoen van een aantal schadelijke bestanddelen. Een methode waarbij bacteriën het vuile werk doen...



Rook. Het resultaat van iedere verbranding. Rijden met de auto? Rook uit de uitlaat. Even het licht aan? In de elektriciteitscentrale zijn kolen of gas verbrand en komt er rook uit de schoorsteen. Een lekkere maaltijd dan? Het metalen bestek naast het bord is met veel energie uit ijzererts gewonnen, energie waarvoor kolen zijn verbrand. Dus weer: rook!

'Schoon' aardgas

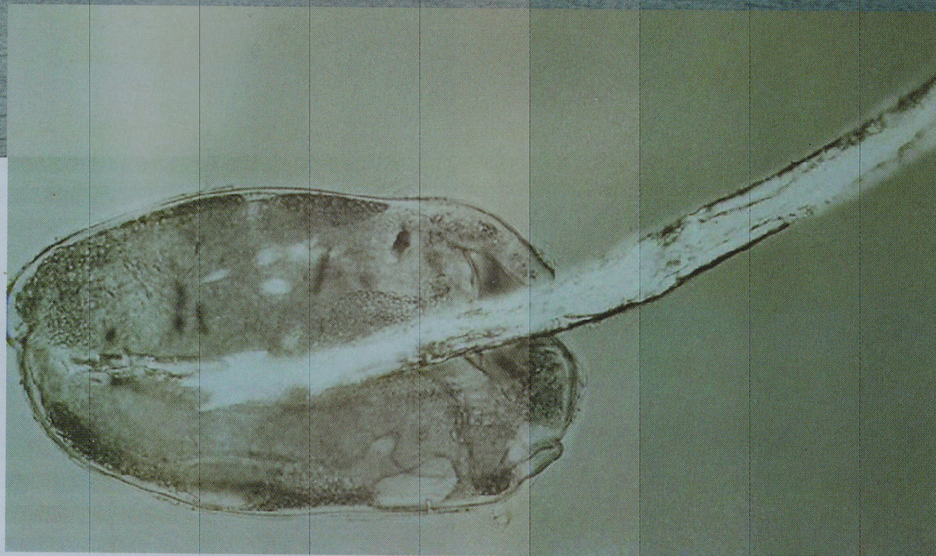
Rook bestaat voornamelijk uit koolstofdioxide (CO_2), roet en water en bevat daarnaast allerlei gassen die een schadelijk effect in het milieu kunnen hebben, zoals zwaveldioxide (SO_2) en stikstofoxiden (NOx). NOx is een verzamelnaam voor stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO_2). NOx in rookgas bestaat voor negentig procent uit stikstofmonoxide en voor tien procent uit stikstofdioxide. Stikstofoxiden zijn samen met zwaveldioxiden de belangrijkste oorzaak van zure regen, terwijl stikstofoxiden bovendien kunnen leiden tot smog.
Stikstofoxiden ontstaan altijd wanneer fossiele brandstoffen, zoals olie, gas en kolen, worden verbrand bij temperaturen boven de 1100 âC. Bij die hoge temperaturen reageren zuurstof en stikstof uit de lucht met elkaar tot stikstofoxiden. Het is dus belangrijk om bij verbrandingsprocessen de temperatuur onder de 1100 âC te houden. Maar diesel verbrandt nou juist het beste rond die temperatuur. Bovendien ontstaan ook onder de 1100 âC stikstofoxiden als de brandstof zelf stikstofhoudend is. Omdat olie en kolen voor twee procent uit stikstof bestaan, zijn deze brandstoffen de belangrijkste oorzaak van de uitstoot van stikstofoxiden. Ook hout bevat stikstof. Alleen aardgas is niet stikstofhoudend en is daarom een van de schoonste fossiele brandstoffen. Aardgas kan echter bij een onvolledige verbranding wel een bron van stikstofoxiden zijn. Daarom moeten bijvoorbeeld auto's altijd goed worden afgesteld en moet de industrie gebruik maken van de juiste apparatuur om ervoor te zorgen dat de uitstoot van schadelijke gassen minimaal is.

Puntbronnen aanpakken

De grootste bron van stikstofoxiden is het autoverkeer. Daarnaast zijn er een aantal zogenaamde puntbronnen, plaatsen waar heel veel stikstofoxiden worden uitgestoten, zoals kolen- en oliegestookte energiecentrales. De metaal- en ertsverwerkende industrie is ook een belangrijke bron. Het verminderen

WEL PAP VAN!

De metaal- en ertsverwerkende industrie, zoals Hoogovens, is een belangrijke bron van stikstofoxiden. Foto: ACS



In het BioDeNox-proces zetten bacteriën stikstofoxiden uit rookgas om in stikstof en water. Op de foto een uitvergroting van de bacteriën.

van de uitstoot van stikstofoxiden door het autoverkeer is niet zo gemakkelijk omdat het aanpassen van al die miljoenen auto's erg kostbaar zou zijn en bovendien jaren zou kosten. De puntbronnen kunnen gemakkelijker aangepakt worden door de verbrandingsprocessen goed te regelen en gebruik te maken van moderne verbrandingstechnologieën. Verder kunnen de rookgassen voordat ze de schoorsteen verlaten nog eens flink worden opgewarmd, tot boven de 1000 °C. De hoeveelheid stikstofoxiden neemt dan nog verder af. Dit wordt Non-Selectieve Katalytische Reductie genoemd. Op deze manier is het echter niet mogelijk de uitstoot van stikstofoxiden tot nul te reduceren. Dit is echter wel mogelijk met de – relatief dure methode van de - Selectieve Katalytische Reductie. Hierbij worden de rookgassen bij een temperatuur van ongeveer 400 °C over een katalysator geleid die allerlei edele metalen bevat. Door vervolgens ammoniak aan de rook toe te voegen reageren de stikstofoxiden tot onschadelijk water en stikstof. Selectieve Katalytische Reductie wordt in Nederland toegepast in de kolengestookte elektriciteitscentrales van Geertruidenberg en

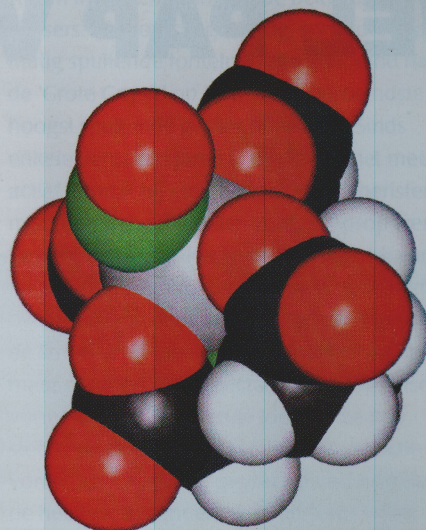
Nijmegen. Nadeel zijn de hoge kosten; alleen de installatie kost al een slordige honderd miljoen gulden. De methode kan daarom alleen worden toegepast bij hele grote centrales of industrieën; voor kleinere bedrijven is de toepassing te kostbaar.

Waterige soep

Hiervoor lijkt nu een oplossing in zicht. In Nederland werken twee bedrijven, Biostar Development en Akzo Nobel, samen aan de ontwikkeling van het BioDeNOx-proces, waarbij de schadelijke stikstofoxiden op biologische wijze worden omgezet in stikstof en water. Bij dit proces wordt allereerst de rook, die meestal behoorlijk heet is, afgekoeld tot ongeveer 35 °C. De energie die daarbij vrijkomt kan worden gebruikt om warm water te produceren. Vervolgens wordt de rook in contact gebracht met een waterige soep waarin speciale bacteriën leven. Die soep wordt heel fijn verneveld waardoor de stikstofoxiden uit het rookgas in het water oplossen. Tenslotte wordt er alcohol (ethanol) aan de soep toegevoegd en krijgen de bacteriën in een grote tank rustig de tijd om de stikstofoxiden te verwerken. Zoals zoogdieren met zuurstof uit de lucht hun voedsel omzetten in energie, zo gebruiken deze bacteriën de stikstofoxiden uit het rookgas om alcohol op te eten, met als enig bijproduct onschadelijk stikstof en water!

Chemie en biologie hand in hand

Een heel simpel idee dus. Schadelijk gas erin, onschadelijk gas eruit. Geen dure installaties en hoge temperaturen, alleen een bacterie die stikstofoxiden eet. De bacteriën die voor dit proces worden ingezet leven gewoon in de natuur! Ze moeten alleen onder de juiste condities worden opgekweekt en in leven worden gehouden. Het enige probleem is hoe de schadelijke stikstofoxiden in de bacteriesoep te brengen. Want van de stikstofoxiden lossen alleen stikstofdioxiden, die ongeveer tien procent van het totaal uitmaken, goed op. Stikstofmonoxide lost vrijwel niet op. Om dit op te lossen wordt een scheikundige truc toegepast. Er zijn namelijk chemische verbindingen bekend, de zogenaamde ijzerchelaten, die in staat zijn om het stikstofmonoxide in water op te lossen. Deze stoffen zijn moeiteloos in staat om het stikstofmonoxide aan zich te binden. Omdat het ijzerchelaat zelf zeer goed oplosbaar is in water, kan het stikstofmonoxide niet meer terug de lucht in. De bacteriën herkennen de ijzerchelaat-stikstofmonoxide verbinding en



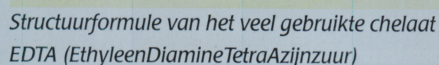
Deze ijzerchelaat-stikstofmonoxide verbinding houdt het stikstofmonoxide opgelost in het water zodat de bacteriën het als voedsel kunnen gebruiken.

Een grote wasser waarin afgekoelde rook in contact wordt gebracht met de bacteriesoep.



Een BioDeNOx installatie in Berlikum, Nederland





Structuurformule van het veel gebruikte chelaat EDTA (EthyleenDiamineTetraAzijnzuur)

eten het stikstofmonoxide er vanaf als een soort bonbon op een presenteerschaaltje. Vervolgens gaat het ijzerchelaat weer op weg om het volgende stikstofmonoxide-molecuul te vangen. Chemie en biologie gaan zo hand in hand bij het oplossen van belangrijke milieuproblemen.

De auteur is werkzaam bij Akzo Nobel. ❑



Grote steden ondervinden het meest de gevolgen van smog. Foto: Amb.VS

Stikstofoxiden en smog

Smog is een samentrekking van de Engelse woorden 'smoke' (rook) en 'fog' (mist). Smog had dus ook 'Foke' kunnen heten! Er bestaat wintersmog en zomersmog. Wintersmog kwam in de vijftiger jaren veel voor in bijvoorbeeld Londen en is het gevolg van fijne deeltjes in de lucht, die afkomstig zijn van uitlaatgassen, industrie, verwarming e.d. Smog ziet eruit als een bruine waas die over de stad hangt. Zomersmog is witter en ontstaat in de warmere maanden in steden zoals Los Angeles en Melbourne. Zomersmog wordt ook wel fotochemische smog genoemd omdat het wordt veroorzaakt door de inwerking van zonlicht (foto) op een mengsel van koolwaterstoffen en stikstofoxiden. Bij dit chemische proces ontstaan weer andere schadelijke gassen zoals ozon (niet te verwarren met ozon in de bovenste atmosfeerlagen, dat ons juist bescherming biedt tegen schadelijke ultraviolette straling). Vooral oudere mensen, kinderen en dieren krijgen gezondheidsklachten. Om smogvorming te voorkomen stimuleert de regering van Californië het gebruik van elektrische auto's. Ook de industrie moet maatregelen treffen de uitstoot van stikstofoxiden te beperken.

Chelaten

Het woord chelaat komt van het Griekse *chlh* (chèlè), dat klauw of krab betekent. Dat geeft precies aan wat voor soort verbindingen dit zijn; het zijn moleculen die grijpen en inkapselen. Chelaten binden zich razendsnel aan metaalionen zoals koper, ijzer en mangaan en vormen zo een *metaalchelaat*. Een veelgebruikt chelaat is EthyleenDiamineTetraAzijnzuur, afgekort tot EDTA en ook wel bekend als E385. Het is niet giftig en wordt bijvoorbeeld aan mayonaise toegevoegd. Daar vormt het een metaalchelaat met de aanwezige metaalionen, dat door de anti-oxiderende werking voorkomt dat de mayonaise ranzig wordt. Chelaten worden verder gebruikt bij het ontwikkelen van foto's, waarbij een ijzerchelaat nodig is voor het vormen van de afbeelding, maar ook als een soort voedingssupplement voor planten. Planten hebben namelijk mineralen en sporenelementen nodig. Daartoe worden de chelaten van onder meer ijzer en zink toegevoegd. De bekende bloemen- en plantenmiddeltjes bevatten allemaal metaalchelaten.

Zijn GSM-zendmasten schadelijk of niet?

D.E. Vos

De mobiele telefoon is nog steeds sterk in opkomst. Het is een strategisch belang - de overheid veilt de frequentiebanden voor de mobiele telefonie (het gaat eigenlijk om kleine radiozenders en -ontvangers) aan de hoogste bieders. Als een bedrijf eenmaal veel geld heeft geïnvesteerd (honderden miljoenen), moet er natuurlijk



Om die reden worden in rap tempo de benodigde steunzenders geplaatst. Soms kan de exploitant van de zendlicentie samendoen met andere exploitanten - ze gebruiken dan dezelfde locaties voor hun steunzenders. Soms kan het niet. Er is dan bijvoorbeeld sprake van concurrentie, of er is geen ruimte meer. In zo'n geval wordt naarstig gezocht naar nieuwe locaties.

Twee kampen

In flatgebouwen bijvoorbeeld, of op overheidsgebouwen, of in de toren van een kerk. Omwonenden komen daar steeds meer tegen in opstand. Vervolgens ontstaan er twee kampen: aan de ene kant staan de consument die last heeft van hoge zendvermogens (of van iets anders), de consument in het algemeen (die het zekere voor het onzekere wil) en de overheid, die af moet gaan op wetenschappers, maar aan de andere kant geen risico's wil nemen.
Dan zijn er aan de andere kant de exploitanten (die een commercieel belang hebben) en wetenschappers (die statistisch nog niet overtuigd zijn en de klachten van individuele klagers niet kunnen 'herhalen' bij andere personen).
Waarom deze controverse? En wat is GSM-straling eigenlijk?

Elektromagnetische straling

Een GSM-telefoon is eigenlijk een radiozender/ontvanger die hoogfrequente straling ontvangt en uitzendt. De straling is elektromagnetische straling: een afwisselend patroon van elektrische en magnetische velden.
Een veld is een gebied waar een kracht waarneembaar is. Op zich is een elektrisch veld niet schadelijk: wie bij droog weer z'n haar kamt of een nylon sweater uittrekt, heeft korte tijd een elektrisch veld op z'n hoofd. Soms rijzen je haren daarvan letterlijk te berge - maar zonder nadelige gevolgen.
Ook een magnetisch veld is niet per se schadelijk: wie op Aarde rondloopt, bevindt zich in het aardmagnetisch veld. Alternatieve genezers verkopen zelfs magneten om op het lichaam te dragen of hele bedden met sterke



magneten - alles vanwege de gestelde invloed op de gezondheid.
Bij elektromagnetische straling gaat het echter om het patroon van afwisseling van de velden - dergelijke afwisselende straling heeft een frequentie. Degenen die last hebben van zendmasten (hoofdpijn, slapeloosheid, ziekten) vermoeden dat die straling (bepaalde frequenties) schadelijk is - althans voor hen.

Hoogte van de frequenties

De frequenties waarbij de schadelijk effecten optreden zijn onduidelijk. De meeste frequenties hebben geen nadelig effect.
Maar wie een muziekinstrument speelt, weet dat frequenties boventonen hebben. Als je de A of C van een piano aanslaat, hoor je een trilling van bijvoorbeeld 440 bewegingen per seconde. Heel zwak klinken ook andere frequenties mee: 880, 1760 etc. of 660, 1320, enz. Die boventonen geven een instrument een unieke klankkleur mee (denk bijvoorbeeld aan de klank van een Stradivarius). Tot zover gaat het om plezierige frequenties, maar het kan ook anders.

Een pacemaker kan bijvoorbeeld ontregeld raken door een schadelijke frequentiehoogte. En de basisfrequentie kan onschuldig laag zijn, maar wie zegt dat een sterke basisfrequentie niet schadelijke boventonen op kan wekken? Om die redenen blijven sommige mensen nu ook weg van zoveel mogelijk apparaten die op 50 Hz werken. Het is een hele trend in het alternatieve circuit. Er worden nu zelfs meters verkocht om de 'schadelijke frequenties te detecteren.' (zie kader Edison en Tesla).
Er zijn natuurlijk ook hogere basisfrequenties dan 50 Hz. Een volwassene hoort geluiden tot 12 of 14.000 Hz., een kind hoort ze nog bij 16.000 of 21.000 Hz. Een hond of kat hoort nog geluiden tot misschien 30.000 Hz. En een dolfijn hoort nog geluiden van 75.000 of 100.000 Hz (100 kHz) - en kan ze ook opwekken.
Het zijn nog wel geluiden, maar ze hebben een radiofrequente trillingshoogte. 'Radio'-frequent, omdat deze trillingsfrequenties bij de radio gebruikt werden en worden (de zogeheten 'middengolf').

Parasiet gaat dood

Nu heeft Dr. Huldah Clarke (een Canadese researcher en schrijfster) ontdekt dat parasieten in het lichaam kunnen worden vernietigd met frequenties van 60 kHz tot 600 kHz. Dat wil zeggen, zodra de specifieke 'absorptiefrequentie' van een bepaalde parasiet is ontdekt. Die bepaalde parasiet consumeert dan ingezonden energie (een sinusvormige golf) op die frequentie - maar het is het beestje teveel en het gaat eraan dood.
Of de parasietenbehandeling van dr. Clarke echt zonder nadelen is valt te bezien; als alternatief beschrijft ze echter ook een behandeling op basis van boombasttinctuur. Ze noemt nog dat een frequentie van ongeveer 10 Mhz (10 miljoen hertz) iemand bewusteloos kan maken.

Het effect van straling

Het effect van de straling is gebaseerd op resonantie: lichaamsdelen of het elektrisch veld van het lichaam gaan meetrillen.
Het meetrillen maakt het lichaam in elk geval intern warmer.
Hetzelfde gebeurt met een kip in de magnetronoven: de moleculen worden heen en weer geschud en geroteerd totdat de kip kokend heet is.
In de buurt van een zendmast zal niemand aan de kook raken. Toch is er een door de overheid gestelde 'officiële' drempel van 1˚C stijging in lichaamswarmte. Die drempel wordt bijvoorbeeld overschreden als een monteur binnen 3 meter van de werkende zender gaat staan en wel pal in de zendstraal.
Het effect van straling is vergelijkbaar met het drinken van kopjes hete thee: je wordt er warmer van. Drink je maar 1 kopje thee per

uur, of een kopje per kwartier? In het laatste geval kun je de bovenste knoop van je overhemd wel losdoen.

Wetenschap en het elektromagnetisme

Tot zover de 'reguliere' wetenschap die het effect wijt aan de opwarming van kleine moleculestructuren in het lichaam - en stelt dat deze boven 150.000 Hz niet meer aanwezig kunnen zijn. Er wordt niét verklaard wat het effect van de straling op het lichaam verder is. Verhoging van de lichaamstemperatuur heet in de natuur 'koorts' en is bedoeld om ziekten te bestrijden. Wat zijn de gevolgen van het kunstmatig opwekken van een soort 'magnetronkoorts'? Zijn er andere gevolgen? Er is ook niet verklaard waarom parasieten bij bepaalde frequenties van ons verscheiden. Gaan ze dood aan de warmte? Of zijn er andere effecten? Merkwaardig is bijvoorbeeld dat de resonantiebandbreedte van de parasiet vóór de sterfte eerst steeds smaller wordt. En kunnen hele lichaamsdelen ook resoneren?

Individuele gevolgen

We hebben het dan nog niet eens over de mogelijkheid van individuele gevolgen. Iemand met een ziekte onder de leden zou wel eens anders - of gevoeliger - kunnen reageren dan een gezonde omwonende.
Tot dusverre is het wetenschappelijk onderzoek voornamelijk statistisch geweest. Er is niet veel gevonden. Soms leek de omgeving van een zendmast zelfs iets gezonder, soms leken deze wat minder gezond, maar ook kwam het voor dat de hele omgeving toevallig al gezonder of juist minder gezond was.
Statistische onderzoeken hebben grote nadelen. Statistisch onderzoek probeert met een waarschijnlijkheid van 95% aan te tonen dat het vermoede effect er inderdaad is.
Het kan dus gebeuren dat van de 100 omwonenden van een zendmast er 4 ziek zijn, terwijl dat elders 2 is, en de kans dat er van een willekeurige 100 mensen er 4 ziek zijn 20% is. In zo'n geval zou een wetenschapper het bewijs afkeuren: wel slachtoffers, maar geen 95% zekerheid.

Statistiek en lobby

Niet voor niets bestaat er een Amerikaanse boekje met de titel 'Als je wilt bewijzen dat iets niet waar is, doe dan statistisch onderzoek.' Ofwel: statistieken zijn leugenaars. Dat geldt dan met name als het onderzoek op verkeerde of onvolledige uitgangspunten is gebaseerd.

De oplettende lezer zal in het bovenstaande de situatie rondom de inzet van het AMC herkennen inzake onderzoek naar de Bijlmerramp. De overheid moest haar onderschrijving van het formule AMC-standpunt (op basis van statistisch onderzoek) herzien en beloofde aandacht te besteden aan afzonderlijke ziektegevallen. Terecht natuurlijk: je kunt burgers niet onder dezelfde statistische meetlat leggen als laboratoriumratten. Er bestaat ook nog zo iets als het voordeel van de twijfel.
Overigens zijn er nog wel meer punten waarop onderzoeken ondeugdelijk kunnen zijn. Al jaren geleden is bijv. gevonden dat hoger opgeleiden langer leven. In de krant stond dan dat een hoge opleiding iemand een langer leven gaf - zonder meer een voorbarige conclusie. Je zou eerder verwachten dat de combinatie van opleiding en lang leven verklaard werd door een derde factor, zoals het 'doorzettingsvermogen' van de betrokkene.
Volgens een medewerker van de Landbouw Universiteit in Wageningen worden tendentieuze onderzoeken met prachtige grafieken voornamelijk gebruikt om iets aan te tonen (lobby-activiteiten) en de overheid daarmee subsidiegelden uit te zak te kloppen. De overheid is daar tot dusverre op grote schaal voor gevallen. Bij GSM-straling lijken meer overheidsinstanties - met of zonder correct onderzoek - het zekere voor het zekere te nemen. Tenminste, het wisselt: sommige overheden zien geen probleem, anderen proberen de komst van steunzendmasten af te remmen - het onderzoek van de industrie dat aantoont dat er niets aan de hand is, kon namelijk wel eens onvolledig zijn.

Frequentie-effect van persoon tot persoon

Er is nog een factor die het wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van GSM-straling kan beïnvloeden. Wat te doen als de resonantiefrequentie van persoon tot persoon wisselt? Als de een dus geen last heeft van een frequentie, en de ander wel?
We komen dan terecht bij nog een beperking van het wetenschappelijk onderzoek. Als een verschijnsel niet herhaalbaar is, sta je als wetenschapper machteloos.
Het is echter een fout om niet-herhaalbare bijverschijnselen weg te laten, zoals dat gebeurt in het fabrikantenonderzoek naar de bijwerkingen van medicijnen. Wat niet herhaalbaar is, wordt niet vermeld, en is later in de aanvragen tot toelating van een medicijn ook niet meer terug te vinden, of slechts na grondig zoeken in de originele onderzoeksaantekeningen. Er kan een commercieel belang zijn om gebrekkig onderzoek te doen.
Hetzelfde geldt bij elektromagnetische straling.

Inmiddels een vertrouwd beeld: zendmasten op flatgebouwen. *Foto: ACS*



hogere frequenties ← energierijk

lagere frequenties → energiearm

gamma - röntgen - UV - licht - infrarood - magnetron - mobiele telefonie - tv - radio

UHF VHF KG MG LG

← (weefsel-)beschadigend | → niet-beschadigend

Soorten elektromagnetische straling. Bron: Rijksuniv.Groningen.

Elektromagnetische straling en mogelijke wisselwerkingen treden op bij een groot aantal apparaten. Huishoudelijke apparaten, pacemakers, afstandsbedieningen, GSMs, computers, enz. Het belang van onderzoek naar de schadelijke werking van straling bestaat dus.

Voorlopige conclusies op een rijtje gezet:

1. De eventuele schadelijke neveneffecten van GSM- en andere elektromagnetische straling lijken statistisch niet-significant (wat betekent voor minstens 95% bewezen), maar zijn nog wel belangrijk voor individuele burgers.
2. De opwarming door elektromagnetische straling in de buurt van zenders en steunzenders ('kip in de magnetronoven') is een effect dat zoveel mogelijk moet worden teruggedrongen, zoals de overheid in sommige landen al heeft gedaan door de 'opwarmfactor' met een factor 10 of zelfs 100 te beperken.
3. De eventuele negatieve effecten kunnen persoonsafhankelijk zijn, en van persoon tot persoon zelfs frequentieafhankelijk en niet-herhaalbaar bij dezelfde of een andere persoon. Wat betekent dat ze zich op de grens bevinden van wat wetenschappelijk onderzocht kan worden. Nieuwe onderzoeksmethoden zijn nodig met vanzelfsprekend ondertussen een terughoudend overheidsbeleid.

Het is goed mogelijk dat de effecten niet te meten zijn. Ook in de natuurkunde komen we meetgrenzen tegen. Als je de plaats en snelheid van biljartballen moet meten door er biljartballen tegenaan te schieten, is je meting niet meer nauwkeurig. Bij biljartballen is dit soort meting niet nodig, bij kleine deeltjes wel. Het is mogelijk dat in de gezondheidszorg statistisch onderzoek voor dit soort situaties onbruikbaar is. Andere onderzoekmethoden lijken te ontbreken. Als er overigens een verband tussen elektromagnetische straling en ziekte gevonden wordt, mogen we onze westerse maatschappij wel vanaf de grond opnieuw gaan opbouwen. Er is namelijk bijna nergens een plek waar de ether niet door vele verschillende golven op veel frequenties doorkruist wordt .... De aanschaf van een frequentiemeter is in dit opzicht daarom niet nodig, maar wel erg leerzaam. Een frequentiemeter laat steeds de frequentie van de sterkste golf zien - het is zonder meer een verbazingwekkende exercitie. ❑

Brochure

Bij de Natuurkundewinkel van de Rijksuniversiteit Groningen is een brochure verschenen: 'Gezondheidseffecten van radiofrequente straling, GSM-telefonie'. Geprobeerd wordt om in begrijpelijke taal inzicht te verschaffen in de biologische effecten van radiostraling en de eventuele gevolgen daarvan voor de gezondheid. De belangrijkste feiten uit de literatuur worden samengevat met extra aandacht voor bevolkingsonderzoeken en de betekenis hiervan voor omwonenden van GSM-basisstations.
De brochure is te bestellen via tel. 050-3634867. De prijs is ƒ 7,50 excl. de verzendkosten.

Edison en Tesla

Het gebruik van 50 Hz is het gevolg van een ruzie tussen Edison en Tesla rondom 1900. Edison had een gelijkstroomsysteem ontwikkeld. Het zou een stuk gunstiger voor de gezondheid geweest zijn (maar dat wist toen nog niemand) al was het wel duurder in het transport van energie over lange afstand - vanwege een groter stroomverlies.
Tesla stelde daarom een goedkoper hoogfrequent wisselspanningssysteem voor (lage stroomsterkte, hoge spanning, hoge frequentie). Volgens Tesla had de combinatie van lage stroomsterkte en hoge wisselspanning geen nadelige gevolgen, wat hij bewees door hiermee bliksemstralen uit zijn hoofd te laten komen. Tesla wist in een proef de stad New York te overtuigen van zijn systeem, ondanks Edisons anti-propaganda dat wisselstroom (lage spanning) alleen geschikt was voor de elektrische stoel (die we dus aan Edison 'te danken' hebben).
Edison was door Tesla's succes tenslotte gedwongen een ook wisselstroomsysteem te gebruiken, maar verlaagde de spanning naar 110 Volt en de frequentie naar 60 Hz. Zowel Edison als Tesla waren ongelukkig met het resultaat, maar Amerika had er een universele standaard bij. Later kwam daar een andere standaard bij: 50 Hz en 220 V, zoals we die in Europa kennen.
Overigens was Tesla ook van plan met hoge frequenties de nachtelijk hemel in fraaie kleuren te verlichten (zoals ook te zien bij het noorderlicht). Tesla zei te hebben vastgesteld dat zeer hoge spanningen en frequenties **bij zeer lage stroomsterkten** volstrekt ongevaarlijk waren.
Het is verwonderlijk dat inmiddels niemand het initiatief genomen heeft om het hybride systeem van Edison en Tesla weer gedeeltelijk terug te draaien. Het energietransport over lange afstand zou dan met wisselstroom plaats blijven vinden - zoals nu het geval is, of bij hoge spanning en hoge frequentie. En binnenin elk woonhuis zou het systeem op gelijkstroom moeten werken (net als op een schip). Een lamp (zoals een autolamp) op 12 of 24 Volt geeft (afgezien van de kleur van het licht) duidelijk een rustiger licht dan een wisselstroomlamp op 6, 12 of 220 Volt.

ENERGIE UIT DE RUIMTE: HET MOET ER TOCH VAN KOMEN

G.J. van Lonkhuizen

Het jongste ruimtevaartcongres in Amsterdam had zowaar ook het onderwerp 'energie uit de ruimte' op de agenda staan. De discussies over dit onderwerp zijn jarenlang met vuur en verve gevoerd, maar op de drempel van het jaar 2000 gaat de aandacht vooral uit naar het ruimtestation, de reis naar Mars en enkele heel bijzondere ruimtesondes. Kortom: er wordt heel veel energie in de 'space effort' gestopt, maar voorlopig komt er geen opgewekte energie uit de ruimte naar de Aarde.

Het is niet zo verwonderlijk dat energie uit de ruimte nog een futuristisch plan blijft, want als het om energie gaat telt het economisch aspect heel zwaar. Op de Maan wandelen, kometen en planetoïden bezoeken, ruimtetelescopen bouwen, zijn allemaal zeer wetenschappelijke, politiek prestigieuze en psychologisch stimulerende ondernemingen. Het enige economische aspect eraan is de vraag: 'Hebben we geld om het te betalen'. Wanneer het om politieke prestige gaat zijn regeringen - het is in het verleden verscheidene malen vertoond - zelfs bereid defensiegelden toe te wijzen aan ruimtevaartprojecten (en dat is ook wel een beetje omdat militairen van de ruimtevaart gebruik kunnen maken voor minder hoogstaande activiteiten).

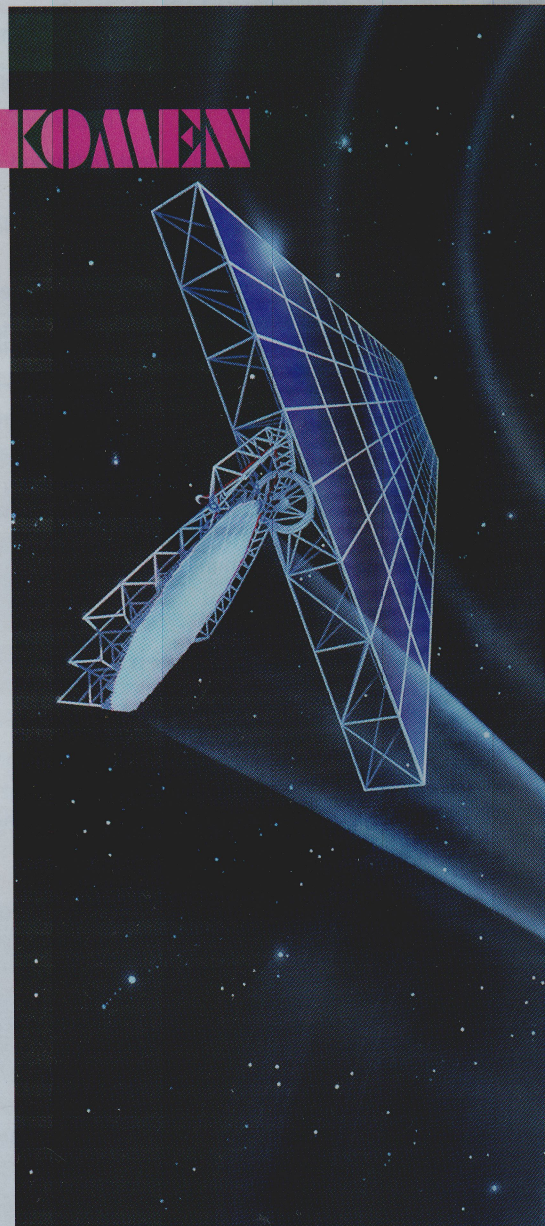
Kerncentrale op de Maan

Wetenschappers zullen een projectvoorstel doen als ze vinden dat het een goed voorstel is. Of het een politiek of financieel haalbaar voorstel is, is een zaak voor andere mensen. Vijf Japanners hebben bijvoorbeeld een plan op tafel gelegd om een kerncentrale te bouwen op de Maan, het Lunar Energy Park (LEP, zie M&W 1997/3). Het opgewekte vermogen wordt met infrarode laserstralen naar de Aarde gestuurd. Het aardige van werken met laserstralen is dat men ze onderweg met een niet eens zo grote spiegel naar elk gewenst punt kan weerkaatsen dat in het zichtveld van die spiegel ligt. Laser - zeggen de deskundigen - kan gericht worden op een klein plekje op Aarde en zal daaromheen nauwelijks problemen veroorzaken omdat laserstralen van nature geneigd zijn bij elkaar te blijven. Microgolven daarentegen zullen vrij veel last hebben van verstrooiing in de atmosfeer. Maar hoe gevaarlijk het kan zijn als er iets mis gaat moet nog wel even degelijk bestudeerd worden.

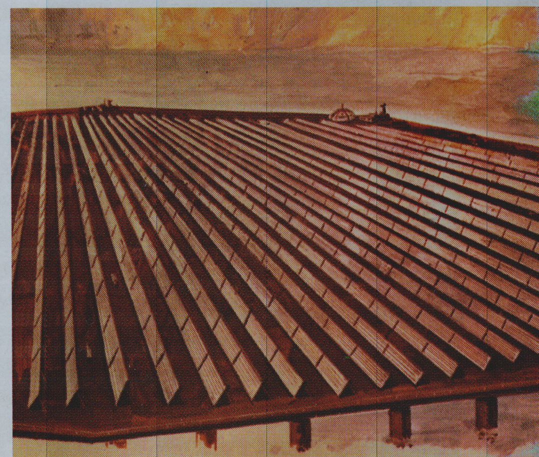
Dit plan is één van de twee voorstellen die in Japan werden uitgewerkt. Het andere betreft een energiecentrale in een baan om de Aarde, waar elektriciteit wordt opgewekt met zonnepanelen. De opgewekte elektriciteit wordt omgezet in microgolven (net als in de magnetron) die naar de Aarde kunnen worden gestuurd. Het idee staat bekend als Solar Power Satellite 2000 (SPS-2000, zie M&W 1997/2).

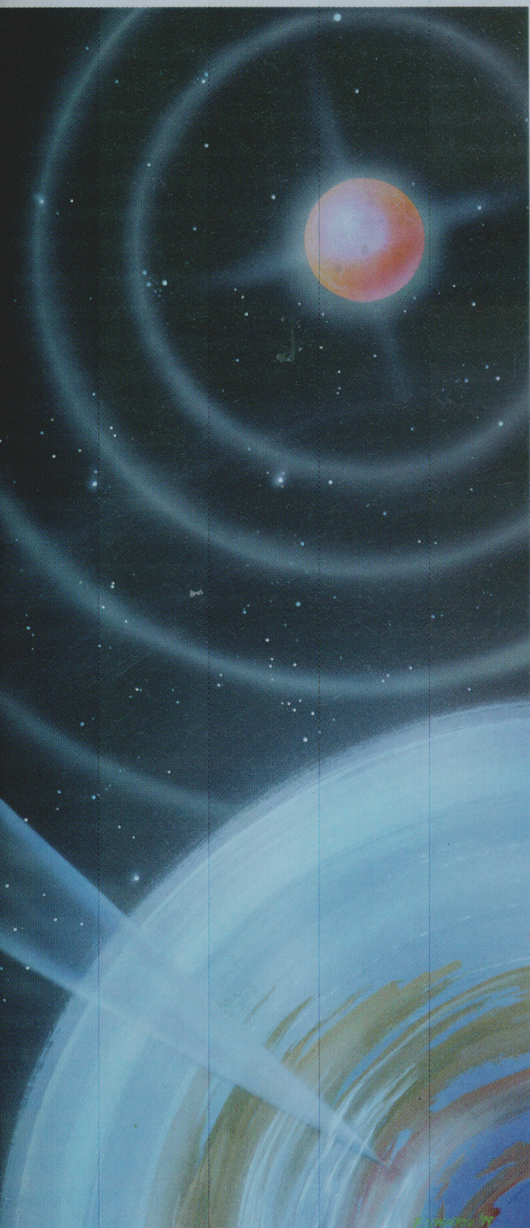
Geen stralingsprobleem

De argumenten voor LEP liggen voor de hand: een kerncentrale op de Maan zal geen stralingsprobleem veroorzaken omdat de achtergrondstraling op de Maan zeker honderd keer zo hoog is als op Aarde, dus zal een kerncentrale daar weinig aan toevoegen. Bovendien is er op de Maan veel meer uranium beschikbaar dan op de Aarde. De grote zonnepanelen hebben het nadeel dat de kans op beschadiging door meteorietinslagen veel groter is dan de kans dat een kerncentrale wordt getroffen. Een ander voordeel is dat kernafval met weinig energie vanaf de Maan de ruimte ingeschoten kan worden of veilig en diep begraven kan worden op de Maan. Een belangrijk nadeel van LEP is echter de noodzaak zeer veel en zware toptechniek naar de Maan te moeten transporteren. Bovendien zijn er mensen nodig om de centrale te bouwen en in bedrijf te houden. Het is heel wat anders om het vervoer van materiaal naar een lage aardebaan (voor SPS) redelijk betaalbaar te maken dan goedkoop te willen reizen naar de Maan met tonnenlasten materiaal.



Een van de voorstellen voor een SPS uit de jaren zestig. Fundamentele waarheid blijft: het zal een immens oppervlak beslaan. Onder het veld van zonnecellen de schotelantenne die de in microgolven omgezette elektriciteit naar de Aarde straalt.





Groeiende energievraag

Volgens berekeningen zou men energie van een SPS kunnen krijgen tegen 27 cent per kilowattuur. De energie uit het LEP zou al gauw vijftig cent per kilowattuur kosten. Men gaat er wel van uit dat tegen de tijd dat deze vormen van energiewinning actueel worden, we in 2050 leven. Dan zal op Aarde elektriciteit waarschijnlijk tachtig cent per kilowattuur kosten omdat de grondstoffen schaars worden, de vraag naar energie groter is en de milieueisen steeds strenger zijn. Opwekking van energie in de ruimte zou daarom wel eens noodzaak kunnen worden.

Want in het jaar 2000 zal de wereldbevolking zijn gegroeid naar 6,3 miljard, om in 2025 te zijn doorgegroeid naar 8,5 miljard en in 2050 naar tien miljard. De bevolkingsgroei zal vooral plaatsvinden in de ontwikkelingslanden. Dat betekent dat de vraag naar energie extra hard zal groeien omdat die volken bezig zijn een 'inhaalslag' te maken; zij proberen hetzelfde welvaartspeil te bereiken als de Europeanen en Amerikanen. Het staat wel vast dat dit technisch absoluut onmogelijk is. Maar ook al is het gevolg daarvan dat de rijke landen meer verliezen dan de arme landen winnen, de behoefte aan energie zal razendsnel groeien. Daaraan is met de fossiele brandstoffen - die momenteel negentig procent van de wereldbehoefte leveren - al niet eens meer te voldoen. Voor zover eraan kan worden voldaan is het tegen zeer hoge kosten en milieuschade.

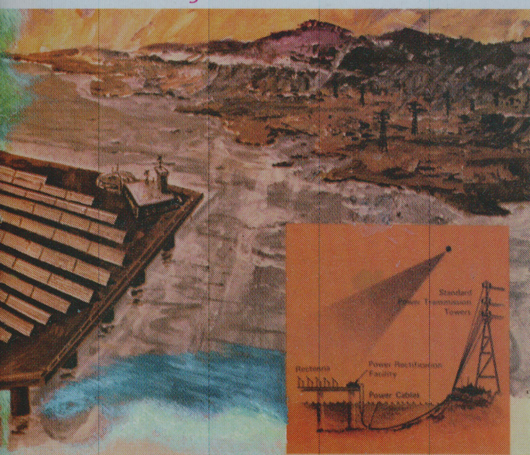
Zonnekracht

Dus toch maar energie uit de ruimte? Het is opvallend dat Japan tegenwoordig zoveel aandacht geeft aan deze kwestie. Japan is zeer dicht bevolkt, heeft veel industrie van wereldformaat, geen eigen energiebronnen en dus een grote afhankelijkheid van ingevoerde fossiele brandstoffen en ook van kerncentrales. Het winnende paard van dit moment is de SPS. Daar is ook al het langst over nagedacht. In 1968 stelde de Amerikaan Peter Glaser al een Space Power Satellite (SPS) systeem voor. Er was toen geen energieprobleem en dus verdween het voorstel in een la. Zo'n SPS in de ruimte maakt gebruik van de zonnekracht, die in de ruimte vijf tot tien maal zo groot is als op de Aarde. Een tweede voordeel is dat het hele complex heel weinig moeilijke technische en/of elektronische onderdelen omvat. Dat maakt een onbemand station mogelijk. Het nadeel is natuurlijk dat een SPS een zeer groot oppervlak beslaat en dat al die duizenden vierkante meters zonnepanelen allemaal gelanceerd moeten worden, wat een kostbare zaak is.

Meteorieten

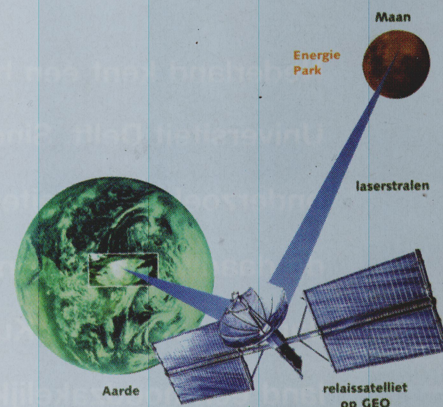
De voorstanders van de kerncentrale op de Maan wijzen graag op het feit dat zo'n immense zonnecollector natuurlijk veel inslagen van meteorieten en micrometeorieten krijgt. Dat is waar, maar het is gebleken dat zonnepanelen verbonden aan ruimteapparatuur die inslagen te verduren hebben gehad - en vertonen soms opvallende gaten - energie blijven leveren. Het wachten is vooral op de onwikkeling van betaalbaar transport, waarbij 'betaalbaar' moet worden afgezet tegen de energieprijzen. Nu is het nog onbetaalbaar, want het gaat bij het SPS-project om meer dan vijfhonderd lanceringen. Maar dat de ontwikkeling doorgaat is wel zeker. ❑

Op Aarde moet de energie uit de ruimte opgevangen worden door antennevelden. Voor energie die via lasers (infrarood) wordt aangevoerd hoeft zo'n veld maar 150 bij 150 meter te zijn. Voor een microgolf-antenne is dat vele malen groter.



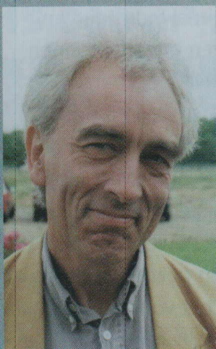


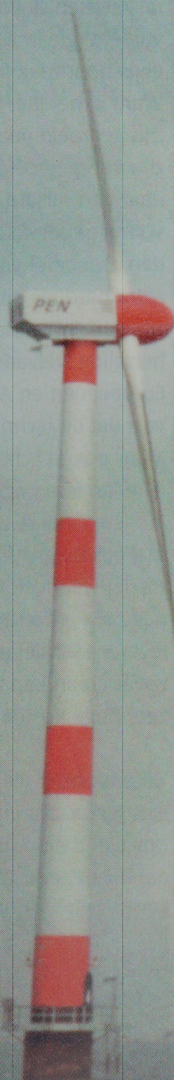
Het energietransport van de centrale op de Maan naar de Aarde kan geschieden via infrarood laserlicht. Dit transmissiesysteem kan op de Maan zelf worden gebouwd.



Hoogleraar windenergie aan het woord

NEDERLAND LEVERT PRIMA ONDERZO





Nederland kent één hoogleraar windenergie, verbonden aan de Technische Universiteit Delft. Sinds 1998 is dit Gijs van Kuik. Nederland loopt voorop met onderzoeksactiviteiten op het gebied van windenergie, maar blijft zelf achter bij de daadwerkelijke ontwikkeling van windturbineparken op eigen bodem. Jammer, vindt Van Kuik. Volgens hem is het plaatsen van windturbines in eigen land een noodzakelijke voorwaarde voor een bloeiende windturbine-industrie.

Wat zijn de activiteiten van de afdeling windenergie?
De afdeling windenergie, die eind zeventiger jaren is opgestart, maakt deel uit van de faculteit Civiele Techniek en Aardwetenschappen van de Technische Universiteit Delft. Maar we werken intensief samen met faculteiten Lucht- en Ruimtevaarttechniek, Elektrotechniek en Werktuigbouwkunde. De specialisten op het gebied van lucht- en ruimtevaart weten veel over stromingsleer en de reactie van de rotorbladen op stromende lucht; elektrotechnici hebben veel kennis in huis over generatoren en de aansluiting op het elektriciteitsnet en werktuigbouwkundigen kunnen ons de kennis leveren over meet- en regeltechnieken. Wij vallen onder civiele techniek omdat dit goed aansluit bij sommige andere technische aspecten die aan bod komen bij het ontwerpen van windturbines: systeemintegratie, testen van de rotorbladen en materiaalonderzoek. Ook zitten hier de mensen die alles van offshore afweten. Offshore zal steeds belangrijker worden voor de toekomst van windenergie.

Werken jullie veel samen met andere Nederlandse instituten?
In Nederland zijn twee grote onderzoeksinstituten actief op het gebied van windenergie: de TU Delft en het ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland) in Petten. We vullen elkaar qua onderzoek goed aan. De TU Delft richt zich op het langetermijnonderzoek, terwijl het ECN zich bezig houdt met ontwerp van turbines, ontwerpregels voor fabrikanten, testprogrammatuur en certificatie. ECN, waar zo'n veertig onderzoekers met windenergie bezig zijn, staat dan ook dichter bij de fabrikanten dan wij. Op de TU werken circa 25 mensen aan windenergie. Verder zijn in Nederland kleinere onderzoeksinstellingen bezig op deelgebieden.

Wat is de positie van het Nederlandse windenergieonderzoek mondiaal gezien?
Je kunt stellen dat Denemarken het Mekka is van windenergie. Maar op onderzoeksgebied doet Nederland niet onder. Denemarken en Nederland spannen samen de kroon qua breedte en diepgang van onderzoek. Daarentegen is het onderzoek dat in Duitland wordt verricht veel specialistischer. Datzelfde geldt voor Spanje, Griekenland en Groot-Brittannië. Buiten Europa heeft vooral de Verenigde Staten een flink onderzoeksprogramma opgezet.

Annemieke van Roekel

EK, MAAR WEINIG VERMOGEN

Hoe belangrijk zijn China en India als afzetmarkten voor de Europese windturbinefabrikanten?
Die markten zijn vooral van belang in strategisch opzicht. De Europese fabrikanten wilden op tijd voet aan de grond krijgen in India, waar windenergie tot enkele jaren geleden booming business was en de verwachtingen voor de toekomst hooggespannen waren. Maar veel fabrikanten zijn op hangende pootjes teruggekomen. Dit had te maken met technische tegenvallers. De windturbines zoals wij deze kennen zijn ontworpen voor een sterk elektriciteitsnet en dat is in die landen vaak niet aanwezig. In India valt de netspanning vaak uit en bovendien variëren spanning en frequentie sterk. Ook in China heeft men problemen met het elektriciteitsnet. Dat leidt tot storingen voor de windparken. Je ziet dat het kwaliteitsbesef onder windturbinefabrikanten in het verleden een stuk minder was dan tegenwoordig. De markt in China wordt nu ook veel voorzichtiger ontwikkeld.

Wat zijn momenteel de groeimarkten in Europa?
In Duitsland wordt momenteel duizend megawatt per jaar neergezet! Het particuliere aandeel in windenergie is daar een stuk groter dan in Nederland. In Denemarken hoort windenergie tot de top drie van de belangrijkste exporttakken. De regering van Denemarken heeft de Deense windturbinefabrikanten altijd voorrang gegeven op de eigen markt. Nederland heeft dat nooit gedaan. Buitenlandse turbines hadden hier net zoveel kans als Nederlands fabrikaat. Het aantal Nederlandse producenten is de laatste jaren steeds minder geworden. We hebben alleen producent Lagerwey nog die volledig onafhankelijk is. NedWind is gefuseerd met Nordtank en Micon tot NegMicon. En Windmaster is failliet. De top vijf van windturbinefabrikanten, waarvan het Deense NegMicon en Vestas aan kop gaan, hebben tweederde van de wereldmarkt in handen. Nederland heeft nog wel een succesvolle bladenfabrikant, Aerpac, die 's werelds tweede is qua productie. Rotorline, ook een Nederlandse producent van bladen, is overgenomen door marktleider LM Glasfiber, ook een Deens bedrijf.

Had de regering de Nederlandse windturbineproducenten meer moeten ondersteunen?
Het plaatsen van grote aantallen windturbines op eigen bodem blijkt een noodzakelijke voorwaarde te zijn voor een gezonde windturbine-industrie. Ik vind het jammer dat het Nederlandse beleid er niet meer op gericht is geweest om de thuismarkt voor windenergie te stimuleren. In Denemarken is de windturbinemarkt niet voor niets een succes geworden. Dat geldt ook voor Spanje. In Nederland staat nu een kleine vierhonderd megawatt aan windvermogen opgesteld. Dat is minder dan wat er in andere landen jaarlijks bijkomt! Daar komt bij dat in ons land de voorwaarden voor eigenaren van windturbines niet zo gunstig zijn vergeleken met andere landen, hoewel het de laatste jaren wel beter is geworden. De terugleververgoeding is nu 16 à 17 cent per kilowattuur.

Welke andere omstandigheden houden de bouw van windturbineparken in Nederland vooral tegen?
Vroeger was de financiële vergoeding een belangrijke belemmering. Ook de techniek voldeed nog niet echt. Maar die is nu een stuk betrouwbaarder. De grote bottleneck ligt momenteel op het vlak van de besluitvorming. Wat dat betreft lost het denk ik niet zoveel op als we gaan uitwijken naar offshorelocaties. Ook de besluitvorming voor windturbineparken op zee ligt moeilijk. Er zijn

Vier windturbines van elk 500 kW staan 800 meter uit de kust bij Medemblik in het IJsselmeer. De turbines worden vanaf het land bediend. De techniek zal ook deels worden toegepast bij het 100-MW windpark in de Noordzee, dat momenteel in voorbereiding is. Het vermogen van de windturbines voor een proefproject op de Noordzee zal waarschijnlijk anderhalf tot twee megawatt zijn. Het Nederlandse bedrijfsleven en onderzoeksinstellingen werken aan de ontwikkeling van een 5 MW-windturbine die speciaal voor de klimaat- en weerscondities op de Noordzee geschikt is. Foto: Annemieke van Roekel.

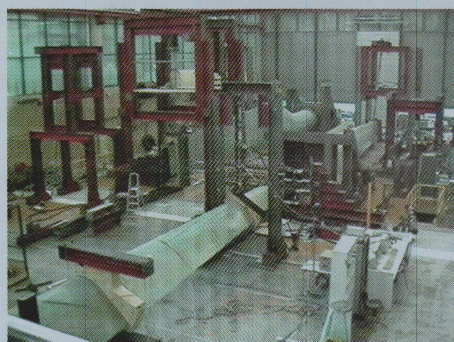
veel ministeries bij betrokken: Economische Zaken, Landbouw, Rijkwaterstaat, VROM en Defensie. Binnenkort komt er een overkoepelend bestuur voor de Noordzee. Als er eenmaal één loket is zal het een stuk duidelijker worden, verwacht ik.

Wat is de stand van zaken van het honderd megawatt-windturbinepark in de Noordzee?
Er is een milieueffectrapportage uitgevoerd voor diverse locaties in de Noordzee, waaronder een locatie bij IJmuiden (zie artikel 'Windpark op zee wordt realiteit' in M&W 1999/2, red.). Er moet nu nog een planologische kernbeslissing komen en dan moet het plan nog in de Tweede Kamer worden behandeld. Vervolgens zullen de verschillende consortia, de samenwerkende bedrijven, hun best gaan doen de opdracht in de wacht te slepen. Als alles doorgaat verwacht ik dat het park in 2002 operationeel zal zijn.

Zijn buitengaatse windparken van enig economisch belang voor de Nederlandse offshore-industrie?
Dat denk ik wel. Het park van honderd megawatt bij IJmuiden is nog maar een begin. In de toekomst gaan we toe naar offshore-windparken van wel vijfhonderd tot zeshonderd megawatt! Nederland heeft als doelstelling om 1500 megawatt windvermogen op zee te realiseren, dus dat zou drie van dergelijke parken betekenen. Bij een dergelijke omvang loont het de moeite om aparte installatie- en onderhoudsschepen te bouwen. Want het aantal dagen dat er op de Noordzee gewerkt kan worden is vanwege de weersomstandigheden klein. Alle Noordzeelanden denken overigens aan de bouw van grootschalige windparken buitengaats. Er wordt wel gesproken over een totaal vermogen van 40.000 megawatt. De Denen hebben enkele parken in de Oostzee gebouwd en denken nu ook aan een windpark in de Noordzee. Ook België is positief over offshore windenergie.

Wat betekent de bouw van windparken op zee voor het ontwerp van windturbines?
We gaan toe naar nog grotere turbines. Als het proefpark bij IJmuiden wordt gebouwd, zullen daar waarschijnlijk windturbines van anderhalf tot twee megawatt worden geplaatst. Bij dat type is nog voortgeborduurd op het ontwerp van een landturbine. Maar momenteel zijn ECN, NegMicon en de Nederlands offshore-industrie al bezig met het ontwikkelen van een turbine van vijf megawatt, die speciaal op de condities die er op de Noordzee heersen zal worden ontworpen.


Windmolenpark langs de Flevolandkust tegenover de plaats Huizen ('t Gooi). Foto: Andries Sabelis.


Het Stevin Laboratorium van de TU Delft. Hier wordt onderzoek gedaan naar materiaalmoeheid van de rotorbladen. Foto: TU Delft.

Wat zijn de laatste jaren volgens u de belangrijkste technologische ontwikkelingen voor windenergie geweest?
Het ontwerp van de rotorbladen is geoptimaliseerd, wat tot een hogere elektriciteitsopbrengst en een kleinere belasting voor de machine heeft geleid. Je moet je realiseren dat windturbines de grootste roterende machines zijn die de mens ooit heeft gebouwd. Zelfs Jumbo vliegtuigvleugels zijn kleiner. En de materialen waaruit de bladen zijn samengesteld, kunstvezel met een harsoplossing, zijn verder geoptimaliseerd. Je kunt je bijna niet voorstellen dat twintig jaar geleden de bladen gemaakt werden van staal en aluminium. Bij de eerste modellen werd zelfs massief hout gebruikt. Verder zijn er veel verbeteringen doorgevoerd op het gebied van de machinebouwtechniek en is er veel vooruitgang geboekt bij de koppeling aan het elektriciteitsnet. Dit alles heeft ertoe geleid dat windturbines steeds groter en betrouwbaarder zijn geworden. Maar voor toepassingen op de Noordzee is dat alles helaas nog onvoldoende.

Wat verwacht u aan technologische verbeteringen voor windturbines in de nabije toekomst?
We constateren dat de ontwerpsoftware inmiddels is gaan achterlopen bij de schaalvergroting. Daar zal dus het een en ander aan moeten gebeuren. Verder zal de offshoretechniek betrouwbaarder worden, waarbij ook veel aandacht zal komen voor het optimaliseren van de besturing vanaf de vaste wal. Ooit zullen ook ecologische eisen gesteld gaan worden aan de vezelversterkte kunststof waarvan de bladen zijn gemaakt. Nu wordt het afgedankte materiaal voor laagwaardige toepassingen ingezet in de bouw. En tenslotte verwacht ik dat de toekomstige vrije energiemarkt ertoe zal leiden dat de verhouding tussen de producenten en consumenten van windenergie verandert. Door besturing op afstand kan het windpark een bepaalde hoeveelheid energie opwekken, afhankelijk van wat een klant vraagt. ❑

NEDERLAND GAAT VOOR TIEN PROCENT DUURZAAM IN 2020

Annemieke van Roekel

Een ambitieuze, maar haalbare doelstelling, vindt Hans Koenen het streven van Nederland om in 2020 tien procent van de benodigde energie uit duurzame bronnen op te wekken. Koenen werkt als hoofd van de afdeling duurzame energie bij het ministerie van Economische Zaken. Van biomassa en wind wordt de komende decennia de grootste bijdrage verwacht; op de langere termijn zal zonnestroom steeds belangrijker worden.

Koenen is zich ervan bewust dat het nu juist biomassa en windenergie zijn die op de meeste weerstand in de maatschappij stuiten. Biomassa vanwege de associatie met de uitstoot van schadelijke stoffen. Onterecht, vindt Koenen, omdat we volgens hem in ons land een strenge emissiewetgeving kennen. De plaatsing van windturbines schiet veel bestuurders, burgers en milieu-organisaties nogal eens in het verkeerde keelgat vanwege de beruchte horizonverandering. Toch wordt van biomassa (inclusief de biofractie die in reguliere afvalverbrandingsinstallaties met de rest van het afval wordt verbrand) met 45 procent het grootste aandeel in de totale duurzame energievoorziening in 2020 verwacht; windenergie moet zeventien procent leveren. Energie uit omgevingswarmte (warmtepompen) moet een kwart bijdragen. Tot 2020 blijft de bijdrage van zon-thermisch (zonneboilers) en zon-PV (zonnestroom) bescheiden.

Veel geld naar zonnestroom

Toch besteedt het ministerie van Economische Zaken bijna dertig procent van het budget voor duurzame energie aan zon-PV. In het regeerakkoord, dat loopt van 1998 tot 2002, wordt over de hele periode veertig van de in totaal extra beschikbaar gestelde tachtig miljoen gulden toebedeeld aan zonnestroom. Is dat, gezien de kleine bijdrage aan de totale duurzame energievoorziening (bijna vier procent in 2020) niet een beetje vreemd? Koenen: "De relatief grote aandacht voor zonnestroom moet je zien als een langetermijninvestering. Van zonne-energie verwachten we zeer veel in de 21e-eeuw. Het geld wordt besteed aan de verdere ontwikkeling van zonnetechnologie en de inpassing van zonnepanelen in de gebouwde omgeving: woningen en utiliteitsbouw. Van Nederland kun je overigens wel zeggen dat wij alle duurzame energie-opties stimuleren, terwijl andere landen zich vaak uitsluitend richten op een enkele duurzame bron. Zo investeert Frankrijk vooral in biomassa, Denemarken en Duitsland in windenergie en Oostenrijk en Noorwegen in waterkracht. Samen met Denemarken zijn wij qua doelstelling voor duurzame energie het meest ambitieus. Het absolute aandeel duurzame energie blijft voorlopig bescheiden, omdat wij hier nou eenmaal geen bergen en geschikte rivieren hebben. Door het grote aanbod van ruimte en waterkracht hebben andere landen het veel gemakkelijker om veel vermogen te installeren."

Inhaalslag

"Warmtepompen hebben een enorm potentieel maar zullen nog een inhaalslag moeten maken. In ons land moeten ze concurreren tegen de hoogrendementsketel. Bovendien hebben wij een fijnmazig gasnet. In Duitsland is dat bijvoorbeeld anders. Maar we verwachten dat warmtepompen na 2007 steeds belangrijker gaan worden. Het gaat dan niet alleen om industriële toepassingen, waarbij restwarmte wordt benut, maar ook om de echte duurzame toepassing van de warmtepomp, waarbij de omgevingswarmte uit water, bodem of lucht voor ruimteverwarming wordt ingezet, eventueel in combinatie met warmte- en koude-opslag."

"Voor de zonneboiler hopen we in het jaar 2000 de 80.000 te halen, maar waarschijnlijk lukt dat niet. Momenteel zijn enkele tienduizenden zonneboilers geïnstalleerd. We hadden verwacht dat met de aanscherping van de Energie Prestatie Norm (EPN) het gebruik van zonneboilers wel voldoende gestimuleerd zou worden. Dat blijkt helaas nog niet het geval te zijn. De EPN is een doelvoorschrift, in tegenstelling tot een middelvoorschrift. De bouw mag dus zelf bepalen op welke wijze energiebesparing in een gebouw tot stand wordt gebracht. Het blijkt dat de bouwsector vaak kiest voor andere maatregelen, zoals bijvoorbeeld warmteterugwinning uit ventilatielucht. Daar valt meer gas mee te besparen. EZ ondersteunt de aanschaf van zonneboilers financieel. De subsidie loopt nog tot en met 2000. In het zonneboilerconvenant is afgesproken dat de ministeries EZ en VROM zullen bezien hoe voor de bestaande bouw de toepassing van zonneboilers gestimuleerd kan worden."

'Duurzame energie. Vanzelfsprekend'

Met instrumenten als de EPN, subsidies en voorlichting wil EZ de toepassing en bekendheid van duurzame energie stimuleren. Met de campagne 'Duurzame energie. Vanzelfsprekend' zal het ministerie zich de komende periode speciaal richten op bestuurders en bedrijven, waaronder de bouwbranche. Afgelopen jaar werd de campagne breed gevoerd. Met de slogan "Pap, gaat de zon nooit uit?" werd via de media de aandacht gevestigd op onuitputtelijke duurzame energiebronnen, zoals zonne-energie. "De bouwbranche en bestuurders zoals gemeenten en provincies zullen met meer gerichte informatie worden benaderd, via kranten en speciale acties. Van gemeenten wordt onder meer verwacht dat ze in hun stedenbouwkundige plannen rekening zullen houden met een gunstige oriëntatie op de zon. Ook huishoudelijk en plantsoenafval is een aandachtspunt met het oog op brandstof voor biomassacentrales. Bij de uitvoering van de campagne werken we direct samen met het Projectbureau Duurzame Energie."

Groene Stroom

Wat kan een geïnteresseerde burger daadwerkelijk doen aan duurzame energie? Voor het plaatsen van een zonnepaneel, zoals Greenpeace met de Solaris-campagne beoogde, blijken tienduizenden mensen te porren maar de terugverdientijd komt neer op zo'n tachtig jaar en de besparing op de jaarlijkse energierekening is (dus) bescheiden. Het spreekt vooral de idealisten aan. Ook het imago dat de flonkerende blauwe panelen uitstralen speelt een rol in de populariteit. Koenen: "Consumenten kunnen duurzaam opgewekte elektriciteit - Groene Stroom; Natuurstroom etc.- kopen bij hun energiebedrijf. Tienduizenden mensen doen dit al. Het gaat om een extra bedrag op de maandelijkse energierekening van ongeveer vijf gulden. Ook veel bedrijven kopen groene stroom. Alle ministeries kopen tien tot twintig procent duurzaam opgewekte elektriciteit. Het probleem zit 'm momenteel in het aanbod. Door het verder verhogen van de Regulerende energiebelasting (REB) wordt het prijsverschil met gewone stroom nog kleiner. Dit is een van de wijzigingen in het nieuwe, 'groenere' belastingstelsel. Voor groene energie wordt geen REB berekend, op gangbare stroom wel. De acht cent prijsverschil wordt door deze heffing met vijf cent gereduceerd tot drie cent per kilowattuur. Met het geld dat de energiebedrijven via de REB binnenkrijgen moeten zij nieuwe duurzame energievoorzieningen creëren en zo kan het aanbod verder groeien."

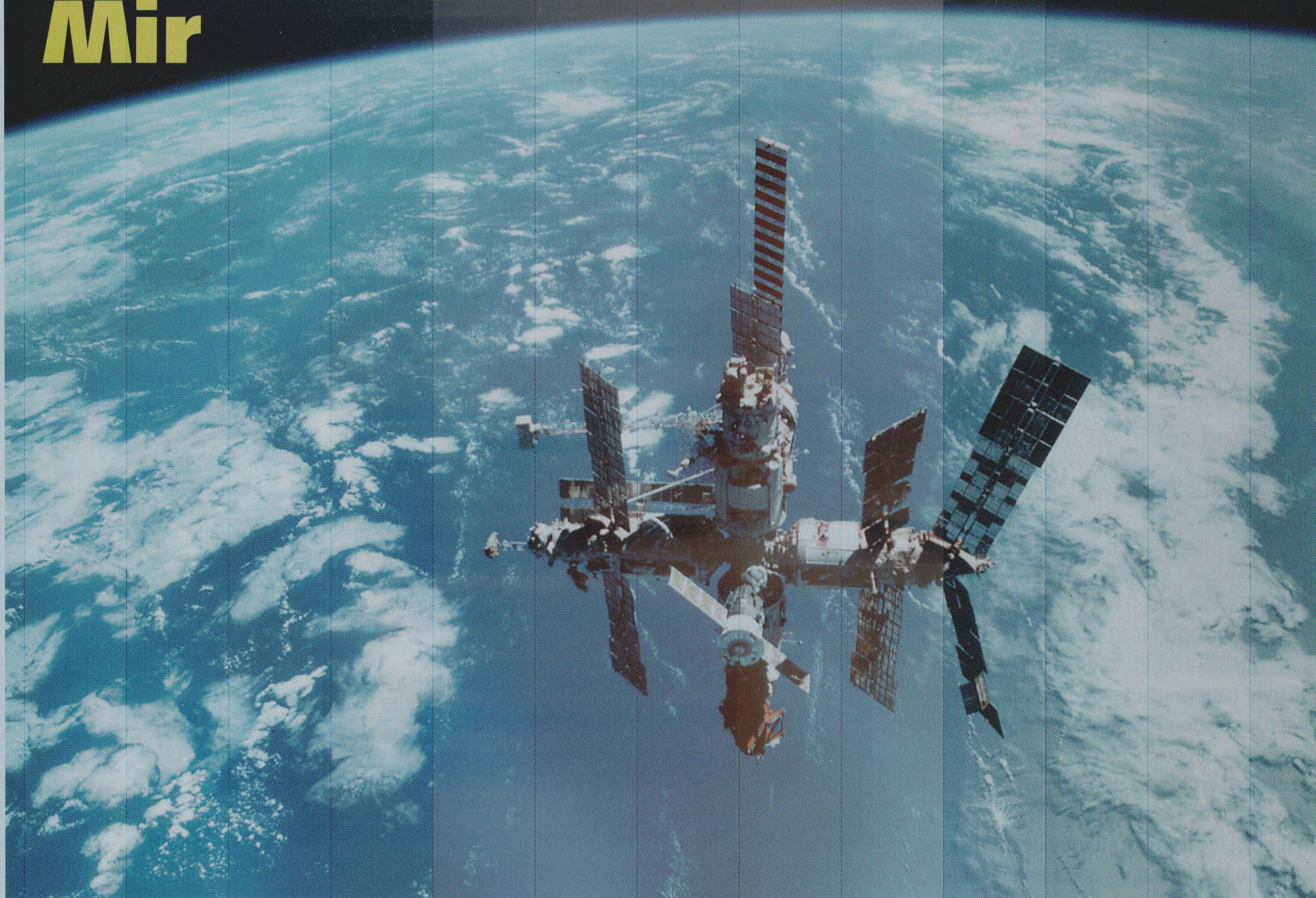
Nieuwe actiepunten

In de nota Duurzame Energie in Uitvoering, die de Tweede Kamer in november zal behandelen, wordt gemeld dat onderzocht wordt om de REB niet alleen toe te passen op duurzaam opgewekte elektriciteit, maar ook op duurzame warmte. Dat betekent dat het opwekken van 'schone warmte' door installaties voor warmtekrachtkoppeling ook financieel beloond gaat worden. Koenen: "Een ander opvallend actiepunt in de nieuwe nota is het certificatiesysteem voor duurzame energie. Momenteel kennen we de zogenaamde Groene Labels, die energiebedrijven aan elkaar kunnen verkopen. Het zijn een soort bewijsstukken waarmee ze aangeven duurzame energie te produceren of in te kopen. Dat hiermee gehandeld kan worden komt voort uit het gegeven dat niet in iedere provincie even gemakkelijk duurzame elektriciteit op te wekken is. In het binnenland is het bijvoorbeeld een stuk moeilijk windenergie te produceren als in de windrijke gebieden langs de kust. Met de nieuwe energiecertificaten moet het ook mogelijk worden voor andere bedrijven, zoals de Nederlandse Spoorwegen, zorginstellingen of agrarische bedrijven om duurzame energie te kopen bij iedereen die duurzame energie opwekt. Met die sectoren legt de overheid in Meerjarenafspraken bepaalde doelstellingen vast. Zo heeft de NS onlangs aangegeven tien procent van het totale gebruik aan elektriciteit duurzaam te zullen gaan inkopen."

Vrije markt

Wat verwacht Koenen van de toenemende liberalisering op de energiemarkt, waarbij energiebedrijven gemakkelijker (goedkope) energie uit het buitenland kunnen halen? "De vrije energiemarkt zal de ontwikkeling van energie uit duurzame bronnen zeker niet vergemakkelijken. Dat komt met name doordat de energieprijs door de toenemende concurrentie zal dalen. Energiebedrijven zullen zich zakelijker en dus commerciëler gaan opstellen en wellicht vaker afzien van duurzame energieplannen. Aan de andere kant zie je dat bedrijven zoals Nuon en Shell zich enorm op de ontwikkeling van duurzame energie toeleggen, want juist in de vrije markt zien ze kansen om zich met schone energie te onderscheiden. ❑

Vaarwel Mir



De Mir gezien tijdens de laatste Amerikaanse missie naar het ruimtestation. Dit hele gevaarte zal volgend jaar april in de dampkring uiteen vallen. Foto: NASA

Het Russische ruimtestation Mir is aan zijn laatste maanden in de ruimte bezig. Op 28 augustus kwam de laatste bemanning van de Mir, bestaande uit de Russen Sergei Avdejev en Viktor Afanasijev en de Fransman Jean-Pierre Haignère, terug op Aarde. Voor het eerst sinds 7 februari 1987 is de Mir nu niet meer bewoond! Tijdens het laatste verblijf is onder andere een nieuwe computer geïnstalleerd die de Mir zeker tot volgend voorjaar in goede conditie en in een goede stand in de ruimte moet houden. De plannen zijn op dit moment om op zijn vroegst in februari nog een keer een bemanning (Sergei Zalotin en Sasja Kaleri) naar de Mir te sturen. Die moet zorgen dat een onbemand vrachtschip (een Progress) vol met brandstof goed aan de Mir koppelt en dat alle systemen aan boord in orde zijn. Begin april moet ze de Mir dan verlaten en kort daarna zal de Progress de Mir de dampkring in sturen. Dat moet zo gebeuren dat de grootste delen van het station die niet in de dampkring verbranden, in het zuiden van de Stille Oceaan terecht zullen komen. Gaat dat niet goed, of ontstaan er onverhoopt eerder problemen waardoor de Mir onbestuurbaar zou worden, dan zal hij overal op Aarde tussen 51,7 graden noorderbreedte en zuiderbreedte kunnen neerkomen.

De Mir werd in de nacht van 19 op 20 februari 1986 gelanceerd en zou oorspronkelijk vijf jaar in bedrijf zijn. Daarna zou een nieuwe, verbeterde Mir-2 worden gelanceerd. Het is uiteindelijk door het uiteenvallen van de Sovjet-Unie allemaal anders gelopen. In 1997 deed het ene na het andere ernstige probleem zich in de Mir voor. Die incidenten kregen extra aandacht omdat er al die tijd Amerikaanse astronauten aan boord waren, in het kader van een samenwerkingsprogramma tussen Russen en Amerikanen. De problemen zijn uiterst lezenswaardig beschreven door de Amerikaanse journalist Bryan Burrough in zijn boek "Dragonfly. NASA and the crisis aboard Mir" (in het Nederlands bij Uitgeverij Spectrum verschenen onder de titel "Vuurvogel".)

Het langdurige verblijf van in totaal zeven Amerikanen in de Mir was vooral bedoeld om samen te leren werken met de Russen. Dat zal immers ook moeten gebeuren in het Internationale Ruimtestation ISS dat in aanbouw is en waarin de Russen een belangrijke partner zijn. Het verblijf in Mir met al zijn -soms hachelijke- problemen was uitermate nuttig voor de Amerikanen, al was het alleen maar om aan den lijve te ondervinden dat het uitvoeren van langdurige ruimtevluchten iets heel anders is dan twee weken met de Space Shuttle op stap en om te ervaren dat er een groot cultuurverschil is tussen Amerikanen en Russen. Dat cultuurverschil zal ook in het toekomstige ruimtestation een grote rol spelen en dan kun je er maar beter heel goed van doordrongen zijn, zo was de wijze les achteraf.

De Mir en ook het ISS zijn regelmatig boven Nederland te zien. Op de internetsite http://www.heavens-above.com/ kunt u uw woonplaats opgeven en u krijgt dan per dag een overzicht van satellieten, inclusief Mir en ISS, die vanuit uw woonplaats te zien zijn. (HE) ❑



De hemel in november en december

Edwin van de Sijde
Redactie: Freek Reijmerink

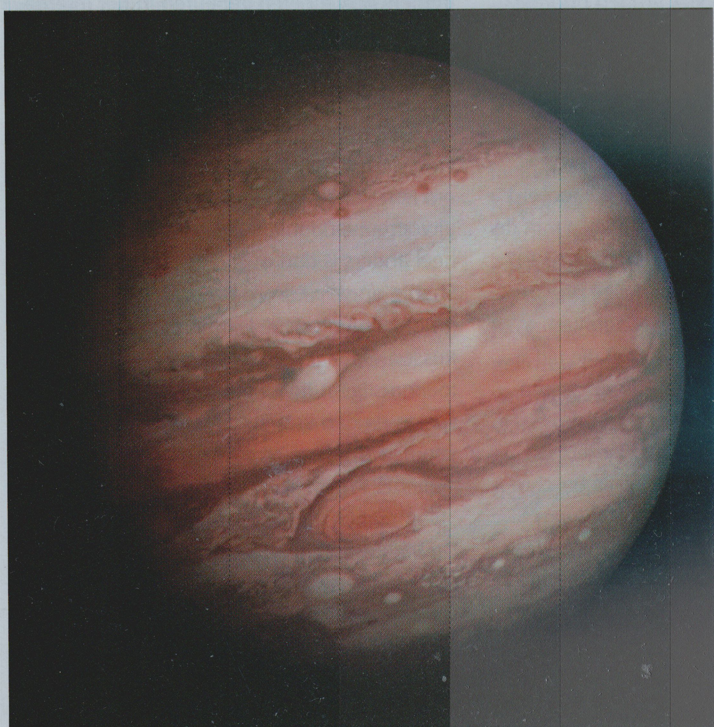
Het wordt nu vroeg donker, nog even en we hebben de kortste dag weer gehad. Op 22 december begint de astronomische winter op het noordelijk halfrond. We kunnen dus al vroeg op de avond beginnen met onze waarnemingen.

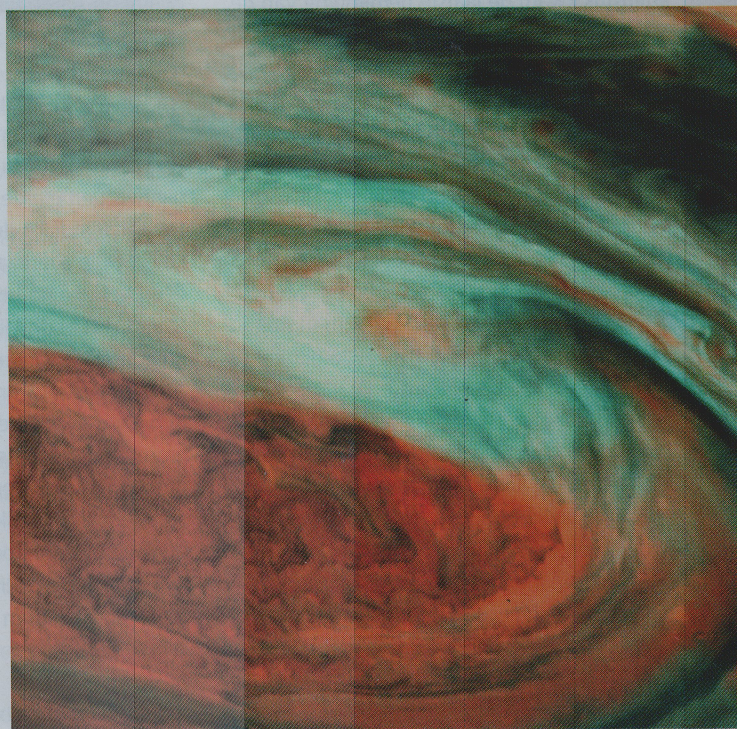
Wanneer we eenmaal buiten staan op een geschikte locatie (niet in de buurt van straatlantaarns) dan kunnen we de sterrenhemel in al haar pracht bewonderen. In het zuiden en oosten zien we de eerste wintersterrenbeelden al verschijnen zoals Stier, Orion, Tweelingen en Kleine Hond. Hoog in het zuiden staat de planeet Jupiter. De planeet staat nog steeds in het sterrenbeeld Vissen. Kijken we iets naar links dan zien we daar ook Saturnus staan. Saturnus bevindt zich in het grensgebied van Ram en Stier.
Voor de amateur met telescoop is Jupiter de meest dankbare planeet van allemaal. Dat geldt voor de beginnende amateur maar ook voor degene die al wat langer aan sterrenkunde doet. Het planeetschijfje is zo groot dat bij goede weersomstandigheden (seeing) een kleine telescoop met een matige vergroting al details op de planeet laat zien zoals de wolkenbanden en natuurlijk de vier heldere Jupitermanen. Overigens zijn die Jupitermanen ook al met een eenvoudige verrekijker (liefst op een statief) al te zien. Na een dag is duidelijk te zien dat deze maantjes zich ten opzichte van Jupiter verplaatsen. Met een telescoop is dit echter beter waarneembaar. In het jaar 1610 nam Galileo Galilei dit voor het eerst waar met zijn zelfgebouwde telescoop. Vandaar de aanduiding Galileïsche manen.

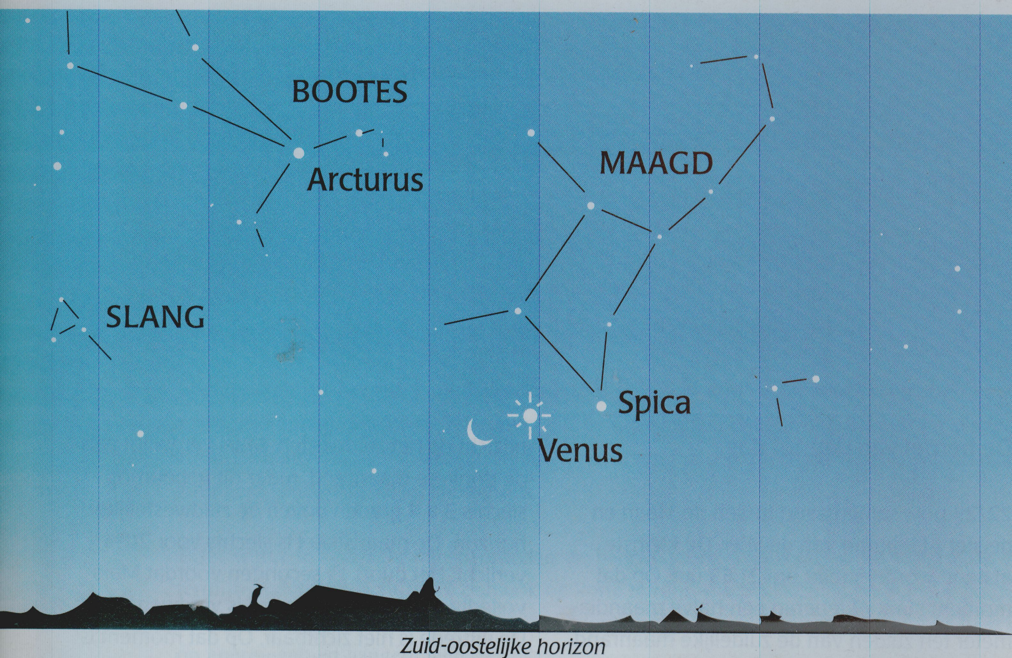
Jupiter door een telescoop

Een telescoop toont een Jupiterbol die duidelijk is afgeplat: aan de polen is de diameter kleiner dan aan de evenaar. Ook zijn lichte zones en donkere banden (in feite wolkenstructuren) op de planeet te zien. Soms zijn er mooie details te zien in deze donkere banden, dit is een sterk afhankelijk van de seeing op dat moment. Waarnemingen die gedaan worden met het blote oog laten in het algemeen meer details zien dan fotografische. Om de structuren vast te leggen kan men tekeningen maken. De banden en zones op Jupiter veranderen van helderheid, vorm en breedte. Soms komen storingen voor, dan weer ontbreekt maandenlang de doorgaans prominente Zuidelijke Equatoriale Band. Soms

Links: De planeet Juiter, deze maanden stralend aan de avondhemel, zoals geen enkele amateur hem ooit zal zien of fotograferen. Rechts: de Rode Vlek van Jupiter. Foto's: Nasa/Voyager







Zuid-oostelijke horizon

Op 4 december 's morgens even voor zonsopkomst staat de smalle maansikkel bij de planeet Venus en Spica, de helderste ster van het sterrenbeel Maagd, boven de zuidoostelijke horizon. ook de ster Arcturus van het sterrenbeeld Boötes die hoger aan de hemel staat is een opvallende verschijning. (Illustratie F.R.)

zijn er witte of donkere vlekken zichtbaar in de banden en zones. Een van de meest indrukwekkende details op de planeet is de grote Rode Vlek, soms al zichtbaar in een kleine telescoop. Het is een enorme werveling in de Zuidelijke Tropische Zone. Het ene jaar is de vlek beter zichtbaar dan het andere jaar.

Fotografie van Jupiter

Jupiter staat nu in het sterrenbeeld Vissen en verplaatst zich de komende maanden richting

De sterrenkaart toont de hemel op:
20 nov, om 21.00 u
1 dec, om 20.30 u
15 dec, om 19.30 u
25 dec, om 18.30 u.

Het sterrenbeeld Orion (met de mooie Orionnevel) staat steeds vijf uren later op zijn hoogst aan de zuidelijke hemel. Voor een draaibare sterrenkaart, zie blz.462.

het sterren-beeld Ram en Stier. Het is tamelijk eenvoudig een foto van Jupiter te maken tussen de sterren. Zet een camera met standaardlens op statief en maak een belichtingstijd tussen de 20 en 30 seconden. Binnen deze belichtingstijd blijven de sterren en planeten nagenoeg puntjes. Gebruik bijvoorbeeld een diafilm met een gevoeligheid van 200 of 400 ASA.

Maanstanden in november en december

Volle Maan	23 nov	8.04 uur
	22 dec	18.31 uur
Laatste Kwartier	30 nov	0.19 uur
Nieuwe Maan	7 dec	23.32 uur
Eerste Kwartier	16 dec	1.50 uur

Zonsopkomst en -ondergang in november en december

Datum	Opkomst	Ondergang
22 nov	8.11 uur	16.40 uur
27 nov	8.19 uur	16.35 uur
2 dec	8.26 uur	16.31 uur
7 dec	8.33 uur	16.28 uur
12 dec	8.38 uur	16.27 uur
17 dec	8.43 uur	16.28 uur
22 dec	8.46 uur	16.30 uur

De planeten

Mercurius kan in de eerste helft van december 's morgens worden opgezocht tijdens de schemering. De planeet staat laag boven de zuidoostelijke horizon. Gebruik eventueel een verrekijker om Mercurius te vinden.

Venus is een prachtige verschijning aan de ochtendhemel.

Mars is 's avonds in het zuidwesten te vinden in de Steenbok. De planeet gaat drie tot vier uur na de Zon onder.

Jupiter en Saturnus staan 's avonds hoog aan de hemel. Beide planeten zijn zelfs tot lang na middernacht zichtbaar. Jupiter staat in de Vissen en Saturnus in de Ram.

Uranus en Neptunus staan in de buurt van Mars. Alledrie zijn 's avonds in het zuidwesten zichtbaar, in de Steenbok.

Pluto staat te dicht in de buurt van de Zon om waargenomen te kunnen worden. Over enkele maanden zal de zichtbaarheid weer toenemen. De planeet kan dan met een grote telescoop en gedetailleerde sterrenkaart opgezocht worden in het sterrenbeeld Slangendrager.

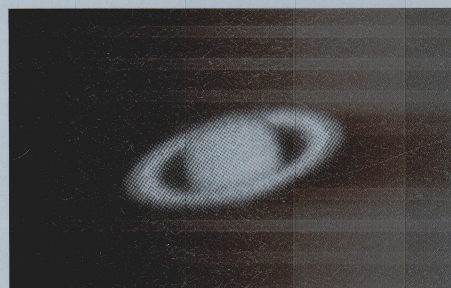
Meteoren

Tussen 7 en 17 december verschijnen de Geminiden aan het firmament. Het is een van de rijkste jaarlijk terugkerende zwermen. De Geminiden verschijnen uit een punt wat ligt in het sterrenbeeld Tweelingen in de buurt van de ster Castor, de bovenste ster van de twee helderste. Tijdens het maximum kan een uurfrequentie worden bereikt van meer dan 100 meteoren. Dit jaar valt het maximum op 14 december rond het middaguur, maar in de nacht ervoor zullen er al veel Geminiden gezien kunnen worden.

De hemel van dag tot dag

22/23 nov, samenstand tussen de Maan en de ster Aldebaran van de Stier. De kleinste afstand wordt bereikt om 21.53 uur. Op dat moment staat Aldebaran een halve maandiameter ten zuiden van de zuidelijke maanrand. Het is vrijwel Volle Maan zodat het gebruik van een verrekijker handig is.

28 nov, vanavond vinden we de planeet Neptunus in de buurt van de planeet Mars. Een mooie gelegenheid om Neptunus een op te zoeken. Neptunus staat ongeveer 2 graden boven Mars. Gebruik een verrekijker of telescoop.



Amateurfoto van Saturnus, gemaakt met een 100 mm telescoop.

2 dec, vanavond staan de vier heldere Jupitermanen allen ten oosten van de planeet. Om 23.05 uur is er een samenstand tussen het maantje Europa en Ganymedes. Kijk met een verrekijker of telescoop.

4 dec, deze ochtend staat de smalle maansikkel in de buurt van de planeet Venus en de ster Spica van de Maagd. Een mooie samenstand om te fotograferen.

12 dec, bedekking van de planeet Mars! Helaas zijn de omstandigheden bij ons niet zo gunstig. Toch kunt u een poging wagen. Zorg voor een waarneemplek met een goed vrij uitzicht op het zuidwesten. Mars verdwijnt aan de donkere maanrand, maar dit gebeurt op slechts 3 a 4 graden boven de zuidwestelijke horizon. De maansikkel is slechts voor 20% verlicht. Het duurt 13 seconden voordat Mars volledig achter de maanrand is verdwenen. De uittrede is niet zichtbaar. Op dat moment is de Maan al bij ons onder de horizon verdwenen.

13 dec, wederom een bedekking. Ditmaal verdwijnt een heldere ster van het sterrenbeeld Steenbok achter de Maan. De bedekking heeft kort na zonsondergang plaats om 16.45 uur. De ster verdwijnt dan aan de donkere maanrand en ze verschijnt weer om 18.00 uur aan de verlichte rand.

13/14 en 14/15 dec, in deze nacht zijn de Geminiden aktief. Meteoren die tevoorschijn komen uit het sterrenbeeld Tweelingen. Onder gunstige omstandigheden kunnen er zo'n 100 meteoren per uur worden waargenomen. Het zijn vaak trage en heldere meteoren. Kijken dus al is het koud!

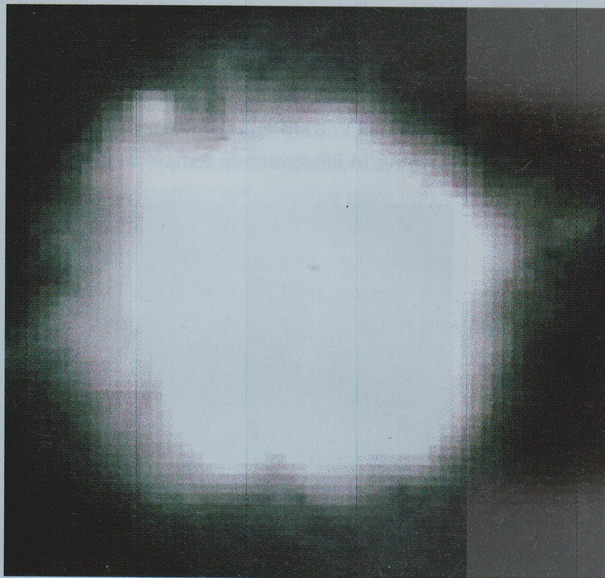
In deze dagen is er ook een samenstand te zien tussen Mars en Uranus. Uranus staat ongeveer een maandiameter ten zuiden van Mars. Gebruik een verrekijker of telescoop. Beide planeten staan aan de avondhemel.

18 dec, samenstand tussen de Maan, Jupiter en Saturnus. Een mooie samenstand aan de avondhemel.

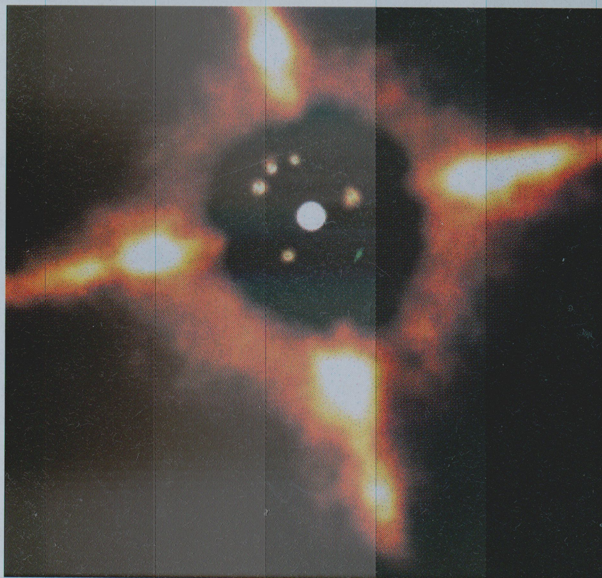
21 dec, vandaag begint de winter voor het noordelijk halfrond. Om 8.44 uur bereikt de Zon zijn grootste zuidelijke declinatie en staat daarmee recht boven de Steenbokskeerkring. Het bereiken van dit zuidelijkste punt wordt ook wel solstitium genoemd, wat letterlijk 'zonnestilstand' betekent.
Nu begint per definitie de astronomische winter.

Satelliet bij Eugenia ontdekt

Voor de tweede maal in de geschiedenis is er een satelliet bij een planetoïde ontdekt. Het eerste planetoïdemaantje werd in 1993 - en passant - door het naar Jupiter onderweg zijnde Amerikaanse ruimteschip Galileo gevonden bij planetoïde (243) Ida en kreeg de naam Dactyl.
De nieuwe ontdekking bij planetoïde (45) Eugenea, die overigens al vorig jaar november is gedaan en waarvan een verslag verscheen in het tijdschrift Nature op 7 oktober j.l., werd, en dat is heel bijzonder, gedaan met een telescoop vanaf de door een atmosfeer geteisterde Aarde.
Het getwinkel van de sterren mag dan "Twinkle, twinkle little star" bij menig dichter en liedjesschrijver een bron van opborrelende romantische gevoelens zijn, voor sterrenkundigen zowel professioneel als amateur, is het de grootste bron van ellende, voorzover het zijn vakgebied betreft althans. Het heen en weer dansende sterbeeldje zorgt er namelijk voor dat er op het fotografische negatief een overmaatse inktvlek ontstaat waar een lichtzwak dichtbij staand object in verdrinkt. Dat het astronomen nu toch gelukt is een planetoïdemaan te vangen komt door toepassing van een nieuwe techniek die het getwinkel van een sterbeeldje voor een groot deel elimineert; deze techniek, de adaptieve optiek methode, een soort bewegend - high tech - lachspiegeltje, werd toegepast op de Canadees-Franse Hawaii 3,6 meter telescoop op de berg Mauna Kea.
Uit meerdere gemaakte opnamen heeft men nu de omlooptijd en de afstand tot Eugenia weten te bepalen. S/1998(45)1, (de eerste in 1998 bij planetoïde 45 ontdekte satelliet) een door de Internationale Astronomische Unie uitgedeelde voorlopige aanduiding, blijkt in bijna vijf dagen op een afstand van 1190 km in een nagenoeg cirkelvormige baan rond de planetoïde te draaien en heeft een geschatte diameter van ongeveer 13 kilometer
Uit eerstgenoemde twee gegevens was gemakkelijk de massa van Eugenia te berekenen en, de diameter van de planetoïde al kennende (215 km), ook weer de dichtheid. Toen kwam de verrassing, - het zal eens niet zo zijn bij nieuwe sterrenkundige ontdekkingen, - de dichtheid van Eugenia bleek 1,2 g/cm^3 te zijn, nauwelijks groter dan die van water dus, terwijl de meeste rotsachtige materialen een driemaal grotere dichtheid hebben. De gevonden dichtheid zou kunnen wijzen op een poreuze structuur, een wetenschapper gebruikte de term 'rubble-pile', een puinhoop dus; ook een bevroren klomp water zou tot de mogelijkheden kunnen behoren.
Alle reden dus om door te gaan met het zoeken naar andere manen bij planetoïden om er achter te komen of deze samenstelling een algemeen voorkomende is; maar het blijft moeilijk : "het is als het fotograferen van een op twee meter afstand rond een kaarsvlam vliegende vuurvlieg, zo'n 400 km ver weg" zei Dr Laird Close, een bij het project betrokken astronoom.(F.R.)



Het kleine maantje weet zich maar net aan het overstraalde beeld van Eugenia te ontworstelen. In feite is het een samenstel van 12 kort na elkaar genomen opnamen met een belichtingstijd van 15 seconden.



Een compilatie van vijf opnamen waaruit de baan van het maantje afgeleid kon worden..



Door Harry Geurts

Ongetwijfeld heeft ook dit jaar iemand het nieuws gehaald door domweg te roepen dat we in 2000 een barre winter krijgen. Altijd rond deze tijd is er wel een journalist die dat serieus neemt. Dat maakte ook kapper Flink uit de Brugstraat in Hengelo tot een populaire held; meesterkapper als meesterweerkundige, kopte de Telegraaf. Hij voorspelde in 1962 een strenge winter. Wat volgde was de strengste winter van de 20e eeuw. De Figaro uit het oosten maakte echter één foutje: het jaar daarop zei hij hetzelfde en de uitkomst laat zich raden: de schaatsen konden in het vet blijven.

Opnieuw een groen

Een eeuw winter.

Een mooi voorbeeld van de grilligheid van het weer in ons land. Toch kunnen we nu al stellen dat de kansen op weer eens een strenge winter niet zo groot zijn. De laatste jaren is dat amper voorgekomen door de opmerkelijke sterke westelijke stromingen waarmee veelal zachte lucht werd aangevoerd. De laatste vijfentwintig jaar beleefden we de zes zachtste winters van de eeuw. De top tien wordt aangevoerd door 1990 met over december, januari en februari een gemiddelde in De Bilt van 6,0 graden. Normaal (1961-1990) is het gemiddelde 2,6. Op de tweede plaats staat de winter van 1989 (5,6), gevolgd door 1975 (5,5), 1998 (5,4), 1995 (5,3) en 1988 (5,0). Toch had ook de eerste kwart eeuw zachte winters, zoals 1916 (4,6), 1920 (4,4) en 1925 (4,1), maar de uitschieters waren minder dan de laatste jaren. Gemiddeld over de laatste dertig jaar van de 20e eeuw bedraagt de wintertemperatuur 3,1 graden en over de hele eeuw 2,6 graden, een stuk warmer dan in de vorige eeuwen. Zowel in de achttiende als in de negentiende eeuw lag het wintergemiddelde op 1,9 graden.

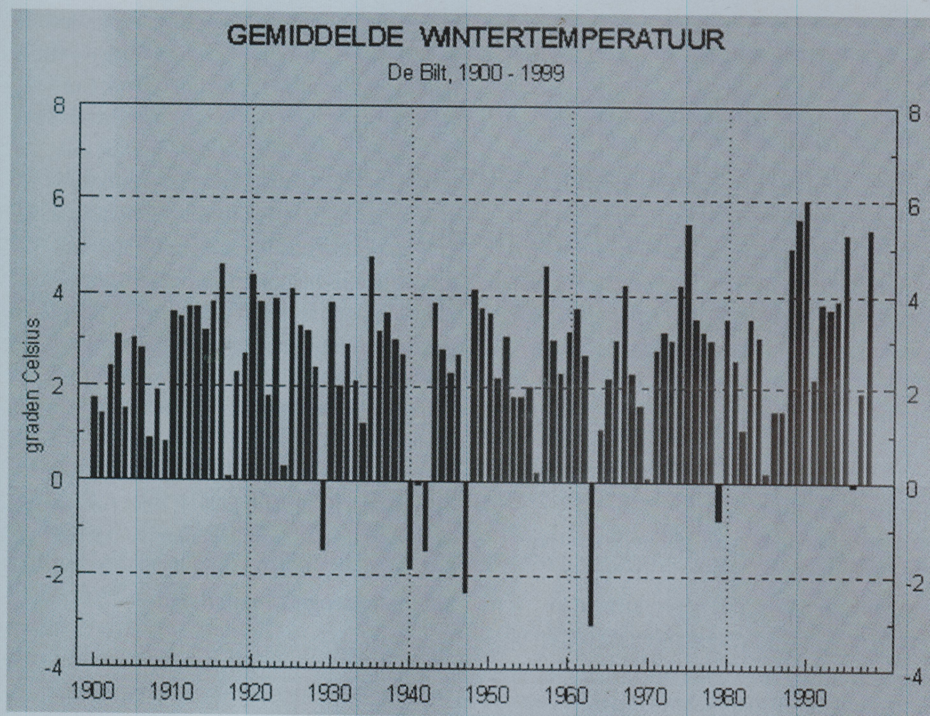
Ondanks de hogere temperaturen ontbrak het niet aan barre kou, een grilligheid die hoort bij ons klimaat. Ook in warme periodes blijven heel koude winters mogelijk. De winter van 1979 was met –0,8 graden de koudste van de laatste kwart eeuw, maar ook die van 1996 (-0,1) mogen we tot de strenge rekenen. De winter van de eeuw was die van 1963 (-3,1 graden), gevolgd door 1947 (-2,4). De jaren veertig leverden nog twee strenge winters op: 1940 (-1,9) en 1942 (-1,5). Ook 1929 (-1,5) hoort tot de strenge en in totaal telt deze eeuw acht strenge winters. De vorige eeuw had er dertien en de achttiende eeuw veertien met een gemiddelde onder het vriespunt.

De winter van de eeuw: de barre winter van 1963

Hoewel de komende winter van 2000 officieel nog tot de twintigste eeuw hoort is de overgang naar dat mooie ronde getal terecht een mooi moment om terug te kijken.
De winter van 1963 was inderdaad de koudste van de eeuw, maar hoe erg was het toen?

De kou begon al in november: op de 16e ging West-Europa gebukt onder sneeuwstormen en zakte de temperatuur bij ons al tot -8°C. Op pakjesavond kreeg Sinterklaas in Zeeland te maken met 12 graden vorst. Maar pas op 19 december kwam de winter echt op gang. Op veel plaatsen bleef het bijna drie maanden achtereen vriezen en lag er een dik pak sneeuw. In Bilt kwam de temperatuur vanaf





e winter?

22 december bijna twee weken achtereen niet boven nul, ook overdag niet! Het IJsselmeer was vóór Kerst al dicht en de jaarwisseling moesten veel mensen noodgedwongen thuis vieren. Door zware sneeuwstormen raakten complete dorpen van de buitenwereld afgesneden. De sneeuwduinen bereikten een hoogte van 3 meter. Januari 1963 was met



een gemiddelde van -5,3°C op januari 1940 (-5,5°C) na, de koudste januari van de eeuw. Het noorden noteerde die maand 25 ijsdagen (dagen waarop het de hele dag blijft vriezen) en in Eelde vroor het op 17 dagen meer dan 10 graden. Een dooi-aanval begin januari ontaardde in veel sneeuw en ijzel, maar de vorst gaf zich niet gewonnen. Halverwege januari viel er opnieuw veel sneeuw die door de wind ging stuiven.

Inmiddels lagen er ijsbergen in de Waddenzee en op de Gouwzee stonden auto's geparkeerd: meer dan 15.000 auto's hebben het ijs getrotseerd. Op de Gouwzee werd gedanst en uniek was de nachtelijke fakkeloptocht van duizenden schaatsers over vijftien kilometer tussen Monnickendam, Marken en Volendam. Op 18 januari daalde de temperatuur in Joure bij een stormachtige wind tot -21°C en juist die dag werd de Elfstedentocht gereden. Slechts 1% van de deelnemers bereikte de finish. De dag daarop was het nog erger: in het noorden woedde een oosterstorm bij 10 tot 13 graden vorst en stuifsneeuw. Ook februari was ijzig koud: de ene na de andere dooi-aanval mislukte en medio februari waren er opnieuw sneeuwjachten. Daarna volgden dagen waarop het 's ochtends 10 tot 20 graden vroor; in Eelde kam de temperatuur op 11 dagen onder -10° en op de 25^{e} wees het kwik -19,2°C. Die dag was er opnieuw een autotoertocht over het IJsselmeer. Zelfs op de eerste dagen van maart vroor het 10 tot 16 graden, maar op 5 maart kwam een einde aan de winter van de eeuw.

Tijdens deze winter waren veel wegen lange tijd achtereen onbegaanbaar maar als er eindelijk gereden kon worden stond er een file, jawel in 1963! De man die de file in ons land heeft geïntroduceerd is zonder twijfel Joop den Tonkelaar, de weerman waarvan alleen zijn arm en soms zijn baard in beeld kwam. Op zaterdag 26 januari 1963 vertelde hij op TV dat de Noordzee vol lag met ijs, dat door een draaiing van de wind naar onze kust dreef en een enorme ijsvlakte zou gaan veroorzaken. In het NTS-journaal zei Joop den Tonkelaar letterlijk "als u iets wilt zien wat u waarschijnlijk nooit meer in uw leven te zien zult krijgen, dan moet u morgen naar de kust gaan". Een historische voorspelling die inderdaad is uitgekomen.................. ❑

JONGE STRUISVOGELS MOEIZAAM HET LEVEN IN

In de Safari Beekse Bergen is dit jaar een groep struisvogels actief aan het nestelen geslagen. Nadat een nest eieren was geproduceerd gingen daarop beurtelings een haan en een hen ijverig broeden. Het was de eerste keer voor deze -nog jonge- vogels. Toen de eieren begonnen uit te komen, raakten de oudervogels daarover zeer opgewonden. Maar ook de andere struisvogels gingen zich ermee bemoeien. Het gevolg was zo'n tumult rond het nest dat enkele eieren kapot werden getrapt, pas uitgekomen kuikens werden gedood en slechts een, nog heel ei werd gered. In de broedmachine kwam uit dit ei een gezond levenskrachtig kuiken dat inmiddels (midden november) 4 maanden oud is.

Daar een struisvogelkuiken alleen wat zielig is en soms moeilijk aan het eten te krijgen is, kreeg hij gezelschap van een van de zeven nandoe-kuikens, die een week eerder waren uitgekomen. Nandoes zijn loopvogels uit Zuid-Amerika, waarbij het mannetje alleen voor het uitbroeden van de eieren en de verzorging van de jongen zorgt. Ze zijn veel kleiner dan de Afrikaanse struisvogels.

Nieuwe poging

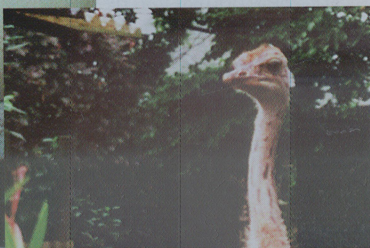
Na deze mislukte poging gaven de struisvogels hun broedpogingen nog niet op en werden opnieuw eieren geproduceerd in augustus. Van dat legsel werden de eieren uit voorzorg weggehaald en in de broedmachine uitgebroed. Na 41 dagen broeden werd het eerste ei aangepikt. Na verhoging van de luchtvochtigheid van 35% naar 60% kwam binnen vier uur het eerste kuiken uit. Het tweede kuiken deed er aanzienlijk langer over om zich van zijn schil te bevrijden; 12 uur. Nadat de vogels waren opgedroogd werden ze in een ruime, verwarmde bak geplaatst en kregen gezelschap van een kippekuiken. Kippekuikens beginnen namelijk instinctief naar alles op de grond te pikken en krijgen zo voedsel naar binnen. Struisvogelkuikens hebben daarbij nog wel eens wat hulp - of een goed voorbeeld, zoals in dit geval - bij nodig. Helaas ontwikkelde het tweede kuiken zich niet goed en het stierf een week na het uitkomen. Het andere kuiken doet het prima. Vanwege de naderende winter zal het nog tot het voorjaar duren voordat de bezoekers de jonge struisvogels kunnen zien. ❑



Het eerste ei wordt aangepikt.

In gezelschap van een kippekuiken.







Links het struisvogelkuiken, in gezelschap van een nandoekuiken van dezelfde leeftijd.

Nog wat onwennig, zo pas uit het ei.



Mens & Wetenschap *Club* EDUCATIEVE VRIJETIJDSBESTEDING

Het Voorlichtingsprogramma van deze lezersserviceclub van de Stichting Educatief Centrum is fors uitgebreid met o.a. een telescopenprogramma, hand(prisma)kijkers, microscopen en nog een aantal artikelen. Deze uitbreiding van het programma zal gestaag doorgaan.

Abonnees van 'Mens & Wetenschap' zijn automatisch lid van deze club en genieten diverse kortingen op de verkoopprijzen. Niet-abonnees kunnen wel artikelen kopen, maar ontvangen geen korting.

De artikelen zijn eenvoudig via de post te bestellen, maar wij adviseren toch eerst ons Voorlichtingscentrum in Huizen te bezoeken, waar u uitgebreide voorlichting en adviezen ontvangt alvorens u definitief en verantwoord kunt besluiten tot aankoop.

Het Voorlichtingscentrum is geopend van maandag t/m zaterdag van 09.30 uur tot 16.30 uur.

Het is beter als u van te voren een afspraak maakt. De toegang is vrij, de informatie is kosteloos. Ter plekke leert u met de instrumenten om te gaan, voor kinderen (van 8-14 jr) is de voorlichting speciaal aangepast.

Het adres is:

Eemlandweg 5a te Huizen, 300 meter ten westen van het busstation. Een routebeschrijving wordt u op aanvraag toegezonden. Met de trein: uitstappen in Naarden-Bussum en met de bus (lijn 134) tot het busstation in Huizen.

Correspondentie:

Postbus 108 - 1270 AC Huizen

Telefoon: 035-5266121 / 5258388

Bestellen via post:

vooruitbetaling op Giro rek. **76088** van Stichting Multi Supply te Huizen.

TELESCOPEN

In het Educatief Centrum kunt u een keuze maken uit een aantal zeer goede telescopen. Hierboven zijn enkele van de meest gangbare afgebeeld.

Vixen 114G, een 114 mm, F=900 mm, spiegeltelescoop van hoogwaardige kwaliteit met uiterst solide parallactische montering. Prijs ***f* 1695,00.** Niet-abonnees *f* 1775,00.

Firstscope 80EQ, zeer lichtsterke (f/5) 80 mm, F=400 mm **Celestron** lenzentelescoop op parallactische monering en alum.statief. Prijs ***f* 995,00.** Niet-abonnees *f* 1050,00.

GS150/G spiegeltelescoop van uitzonderlijk hoge kwaliteit en zeer lichtsterk (f/5.9); D=153 mm, F=750 mm. Parallactische montering met ingebouwde poolzoeker.
Bijzonder aantrekkelijke prijs: ***f* 1795,00.** Niet-abonnees *f* 1850,00.

C.70/G, 70 mm, F=900 mm Celestron lenzentelescoop van bijzonder goede kwaliteit, op parallactische montering en alum. statief.
Prijs ***f* 865,00.**
Niet-abonnees *f* 895,00.

S.114/G. 114 mm F=900mm Celestron spiegeltelescoop van hoge kwaliteit, op parallaktische montering en alum. statief.
Prijs ***f* 895,00.**
Niet-abonnees *f* **995,00.**





Vixen 114G



GS150/G



Firstscope 80EQ



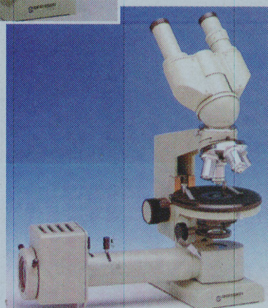
C.70/G

MICROSCOPEN

Een zeer breed programma van eenvoudige tot zeer compleet uitgebreide modellen. Vanaf het basismodel (*f* 379,50), dat naar wens altijd uitbreidbaar is tot complete hobby- en studie microscopen.









Op alle leveringen en aanbiedingen: wijzigingen in prijs en uitvoering voorbehouden.

STEREOMICROSCOPEN

Compleet programma van stereomicroscopen. Tevens foto- en video uitbreiding voor alle soorten en merken microscopen. Bezoek hiervoor het Educatief Centrum. Vooraf even bellen voor een afspraak, de voorlichting is nu eenmaal zeer persoonlijk gericht.





1178 2250 2070 2270 3286 1260

3290 3005 3374 2999 4480 1259

1160 3495 3003 3415 1161 3494

1910 3305 3360 1162

2180 3810 3367 3288 2610 3800 3820

2997 2995 2800 2760 3420

Drie-in-één draaibare sterrenkaarten voor geheel Europa

Deze set bestaat uit één planisfeer voor Noord-Europa, één voor Midden-Europa en één voor Zuid-Europa. Dus van Scandinavië tot Zuid-Spanje, maar ook bruikbaar in de USA, Midden-Oosten, Korea, Japan en Canada. Compleet met een uitgebreide beschrijving. De planisferen zijn van soepele kunststof en geplastificeerd materiaal.

De diameter is 25 cm. Per stuk verkrijgbaar ƒ 19,95 incl. verzendkosten. De set van drie kost ƒ 56,50 incl. verzendkosten.

Bestellingen door storting op Giro 76088 van Stg. Multi Supply te Huizen
Wijzigingen in prijs en uitvoering voorbehouden.

Draaibare kaart voor Nederland

Er is ook een specifiek voor Nederland ontworpen draaibare sterrenkaart verkrijgbaar. De prijs hiervan is eveneens ƒ 19,95 incl.verzendkosten

Uit voorraad leverbaar.

Afgehaald bij het Educatief Centrum in Huizen: ƒ 16,95 per stuk.

Een prisma(verre)kijker koop je niet zomaar....



Wandplaten/posters op groot formaat en prachtige kleuren en op zwaar papier. Afm.: plm. 70 x 100 cm.

Op deze twee pagina's hebben wij een selectie gemaakt uit een groot scala aan onderwerpen.
In het Bezoekerscentrum van de Stichting Educatief Centrum te Huizen vindt u een volledig programma. De teksten zijn in het Engels, sommige ook in Frans, Duits en Italiaans.
U kunt de complete kleurencatalogus bestellen door overmaking van 20,00.
Dit bedrag ontvangt u weer terug bij bestellen van minimaal 4 posters of terugzenden van de catalogus.
Bezoekadres: Eemlandweg 5 te Huizen.

Per post gezonden, opgerold in koker, per stuk ƒ 29,50. (Incl. verpakk. en verz.kosten.)
Besparing bij bestellen van meerdere exemplaren: ƒ 2,50 per extra bestelde plaat.
Afgehaald aan het Bezoekerscentrum: ƒ 19,50.
Bestellen: Giro 76088 van Stg. Multi Supply te Huizen.
Vermelden van bestelno. en uw adres.

Scholen: prijzen op aanvraag

Bestelno.	Titel	Bestelno.	Titel	Bestelno.	Titel
1160	Medicinale planten	2610	Slangen	3374	Het Atoom
1161	Paddestoelen	2760	Kikkers en padden	3376	Het opgetuigde paard
1162	Aromatische planten	2800	Kevers/torren	3415	De olifant
1177	Zoetwatervissen	2995	Wolven	3420	Leven in de Savanna
1178	Sterrenhemel, nrd en zd	2997	Woud/bosleven	3494	De haan en de kip
1179	Zeevissen	2999	De vulkaan	3495	De koe
1258	Paardenrassen	3001	De Zon	3570	Kreeften en krabben
1259	Vogels in veld en tuin	3003	Tyrannosaurus	3580	Schelpen, mossel,inktvis
1260	Vogels in bos en bergen	3005	De dolfijn	3680	Kattenrassen
1910	Dinosaurussen	3286	De walvis	3800	Wildleven in de bergen
1930	Tropische zoetwatervissen	3288	De wolf	3820	Vleermuizen
2070	Het zonnestelsel	3290	De haai	4000	Hondenrassen
2180	Vlinders	3305	De Triceratops	4480	Periodieke Systeem van de elementen
2250	De Maan	3360	De Brachiosaurus		
2270	Walvissen en dolfijnen	3367	De apen		

De beste prismakijkers (en de voorlichting) vindt u in Huizen, bij de stichting Educatief Centrum. Voor zowel universele als specifieke doeleinden. Natuur, dieren (vogels!), watersport en andere sporten en voor de sterrenhemel. Breng dus een bezoek aan Educatief Centrum en laat u voorlichten over de voor u meest geschikte kijker. (Tel.: 035-5266121)

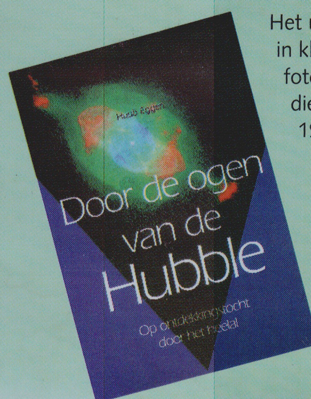
NAALDBANDEN

Voor het opbergen van Mens & Wetenschap. Zeer stevige banden in linnen uitvoering.

Prijs ƒ 19,50 (incl. verz.kosten).

Te bestellen door storting op giro 76088 t.n.v. Multi Supply te Huizen. Prijzen incl. verz.kosten.

Met de Hubble door het heelal



Het unieke Nederlandse platenboek (geheel in kleur!) waarin een keuze van ruim 180 foto's uit de meer dan 120.000 opnamen die de Hubble ruimte-telescoop sinds 1990 heeft gemaakt.

Voorzien van korte, maar duidelijke teksten die de lezer op een boeiende reis door het heelal begeleiden.

Voor abonnees van Mens & Wetenschap slechts ƒ 42,50 inclusief de verzendkosten (normale prijs 52,50).
Te bestellen door storting van dat bedrag op giro 76088
Stg. Multi Supply te Huizen.

Nog steeds leverbaar:

PC&Wetenschap, voor iedereen

Met gratis CD-ROM.



Ruim 200 pagina's met actuele en uitermate interessante onderwerpen uit een zwerftocht door het uitgestrekte rijk van wetenschap en techniek. Meer dan 100 programma's en programmapakketten op de CD-ROM worden alle in dit boek uitvoerig en verhelderend besproken en toegelicht.
Voor ALLE leeftijden (en op school...)

Voor abonnees van Mens & Wetenschap slechts ƒ 42,50, incl. de verzendkosten (normale prijs 52,50).
Te bestellen door storting van dat bedrag op giro 6459254 Stg. Educ. Centrum te Huizen.

Maak nú gebruik van een zeer speciale aanbieding van de CELESTAR-8



Een CELESTRON Schmidt-Cassegrain telescoop, diameter 203 mm en een brandpunt F van 2032 mm. Compleet met groothoekoculair van 25 mm (vergroting 81x) en zenitprisma. Zoeker 6 x 30.
De optiek is voorzien van Starbright coating (zeer hoog contrast).
Met ingebouwde volgmoter, die zeer nauwkeurig werkt op 9 volt batterij. De telescoop is afneembaar van het uitermate stabiele statief. Prijs: ƒ 3.750,--
Ook leverbaar voor deze telescoop een focusmotor ƒ 295,00 en een handbedieningskast ƒ 295,00.

Ja, ❏ Ik wil iemand een abonnement op Mens & Wetenschap cadeau doen.

De nieuwe abonnee is:

Naam: ....

Adres: ....

Postcode: .... **Woonplaats:** .... **Datum:** ....

Het abonnement moet ingaan per:
❏ Eerstvolgende nummer
❏ Anders, nl: ....

De acceptgiro dient gezonden te worden naar:

Naam: ....

Adres: ....

Postcode: .... **Woonplaats:** ....

Mijn handtekening: ....

Hij / Zij ontvangt acht keer per jaar het tijdschrift Mens & Wetenschap en betaalt:

0 69,50 voor een normaal abonnement
0 62,50 voor een jongerenabonnement(tot 21 jaar) geb. datum:..
0 59,50 voor een WAO-AOW abonnement. Registratienummer:..
0 49,50 voor een studenten abonnement. Collegakaartnummer:..
0 49,50 voor scholen.




Ja, ❏ Ik neem (tot wederopzegging) een abonnement op Mens & Wetenschap.

Naam: ....

Adres: ....

Postcode: .... **Woonplaats:** ....

Mijn handtekening: ....

Het abonnement moet ingaan per:
❏ Eerstvolgende nummer
❏ Anders, nl:..

Ik ontvang acht keer per jaar het tijdschrift Mens & Wetenschap en betaal:

0 69,50 voor een normaal abonnement
0 62,50 voor een jongerenabonnement(tot 21 jaar) geb. datum:..
0 59,50 voor een WAO-AOW abonnement. Registratienummer:..
0 49,50 voor een studenten abonnement. Collegakaartnummer:..
0 49,50 voor scholen.

Postzegel
plakken
niet nodig

MENS & WETENSCHAP
Antwoordnummer 7010
3800 TA Amersfoort

Postzegel
plakken
niet nodig

MENS & WETENSCHAP
Antwoordnummer 7010
3800 TA Amersfoort